Polygon Frames.

نسألكم الدعاء

IF you download the Free **APP.** RC Structures  on your smart phone or tablet, you will be able to play illustrative movies For any paragraph that has a QR code icon 

اذا حملت تطبيق RC Structures  على تليفونك المحمول او اللوح السطحى ستستطيع أن تشغل أفلام شرح للمقاطع التى تحتوى على رمز 

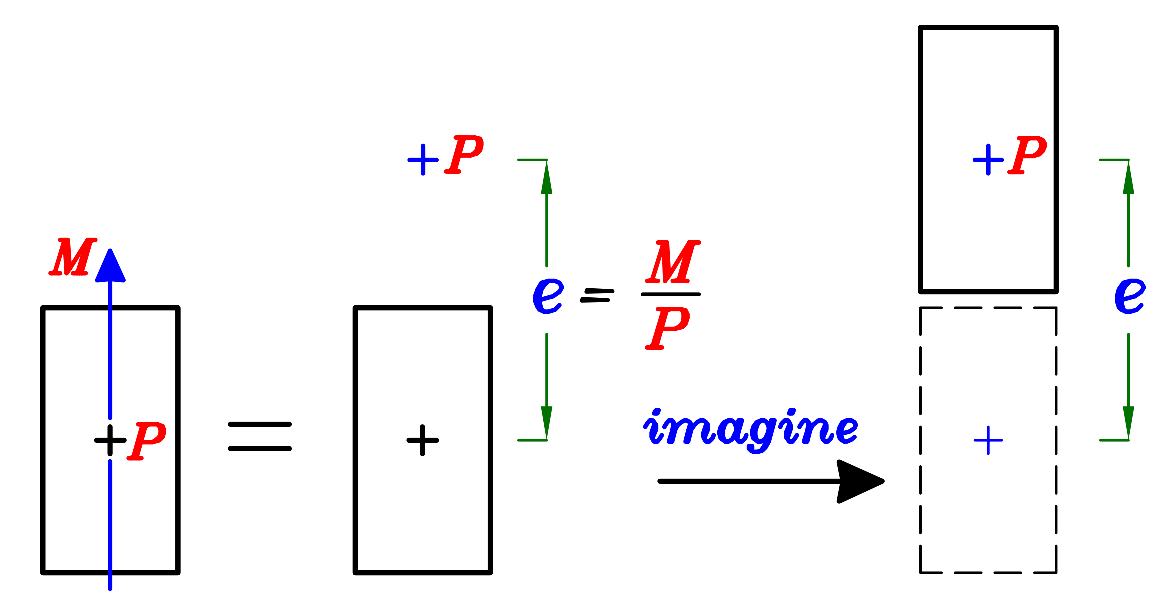
Polygon Frames. Table of Contents.

Introduction.

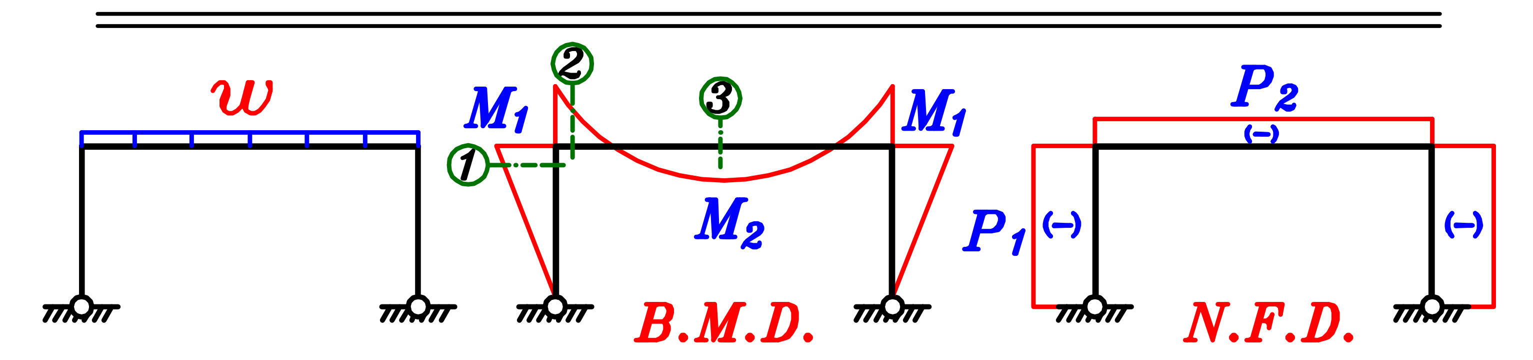


Thrust Line. (Pressure Line).

للقطاعات المؤثر عليها M, P اذا تخيلنا أنه تم ترحيل القطاع مسافه e عكس اتجاه ال moment سيكون القطاع المرحل عليه Normal Force فقط وبالتالى عند تصميمه سيحتاج ابعاد قطاع اقل و كميه حديد تسليح اقل .



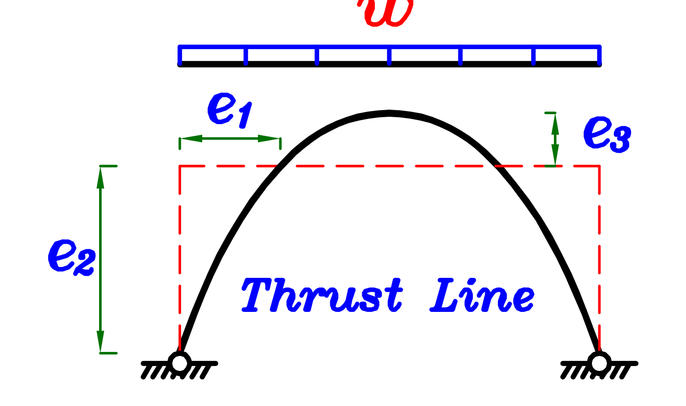
اذا استطعنا لاى structure ان نرحل كل قطاعاته عكس اتجاه ال moment مسافه e سنضمن ان ال structure الجديد كل قطاعاته سيؤثر عليها Normal Force فقط.
و بالتالى تكون ابعاد قطاعاته و كميات حديد تسليحه اقل فتكون تكلفته أقل .
و يسمى ال structure الجديد Thrust Line أو Pressure Line .



Sec. ① $e_1 = \frac{M_1}{P_1}$

Sec. ② $e_2 = \frac{M_1}{P_2}$

Sec. ③ $e_3 = \frac{M_2}{P_2}$



من المنشأت التى شكلها نفس شكل (*Thrust Line*)

1 – *Triangular Polygon Frame.*

2 – *Trapezoidal Polygon Frame.*

و لان فى هذه المنشأت تكون قيمه (*axial Force*) **تقريبا** ثابته على جميع القطاعات .

أى أن $\left(e = \dfrac{M}{P} = \dfrac{M}{constant}\right)$

لذا اذا رسمنا شكل الـ (*structure*) عكس شكل الـ (*B.M.D.*) يكون هو نفسه

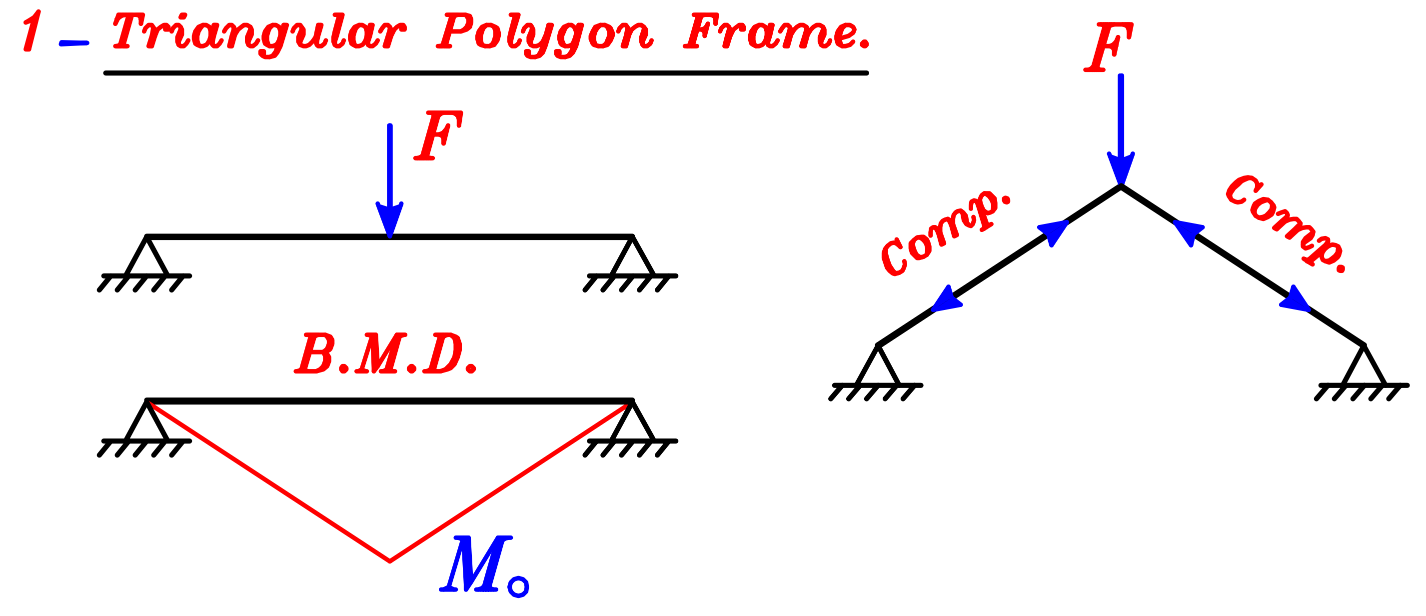
شكل الـ (*Thrust Line*) أى لا يكون عليه (*Bending moment*)

و لكن يؤثر عليه فقط (*axial Force*) .

و هذه تعتبر ميزه اقتصاديه لان هذا يوفر فى كميات كلا من الخرسانه و حديد التسليح .

---

1 – Triangular Polygon Frame.



اذا تم عمل الـ (*Girder*) عكس شكل الـ (*moment*) ستكون قيمه الـ (*moment*)

عليه تساوى *Zero* و سيؤثر عليه (*axial compression Force*) فقط

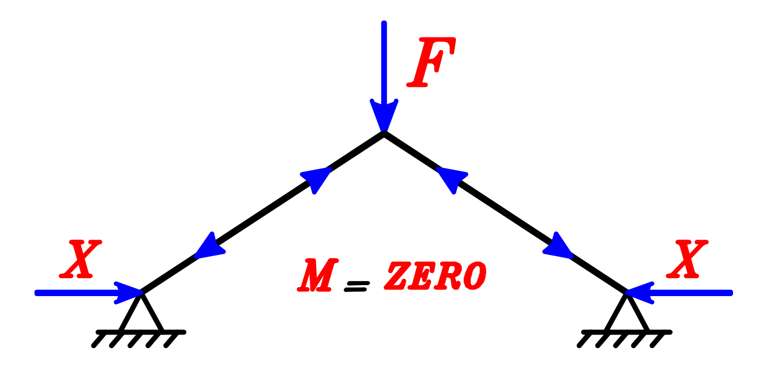
و لكن بشرط عدم حركه الـ (*2 supports*)

اذا كان الـ *Hinged and Roller* ⟶ *2 supports*

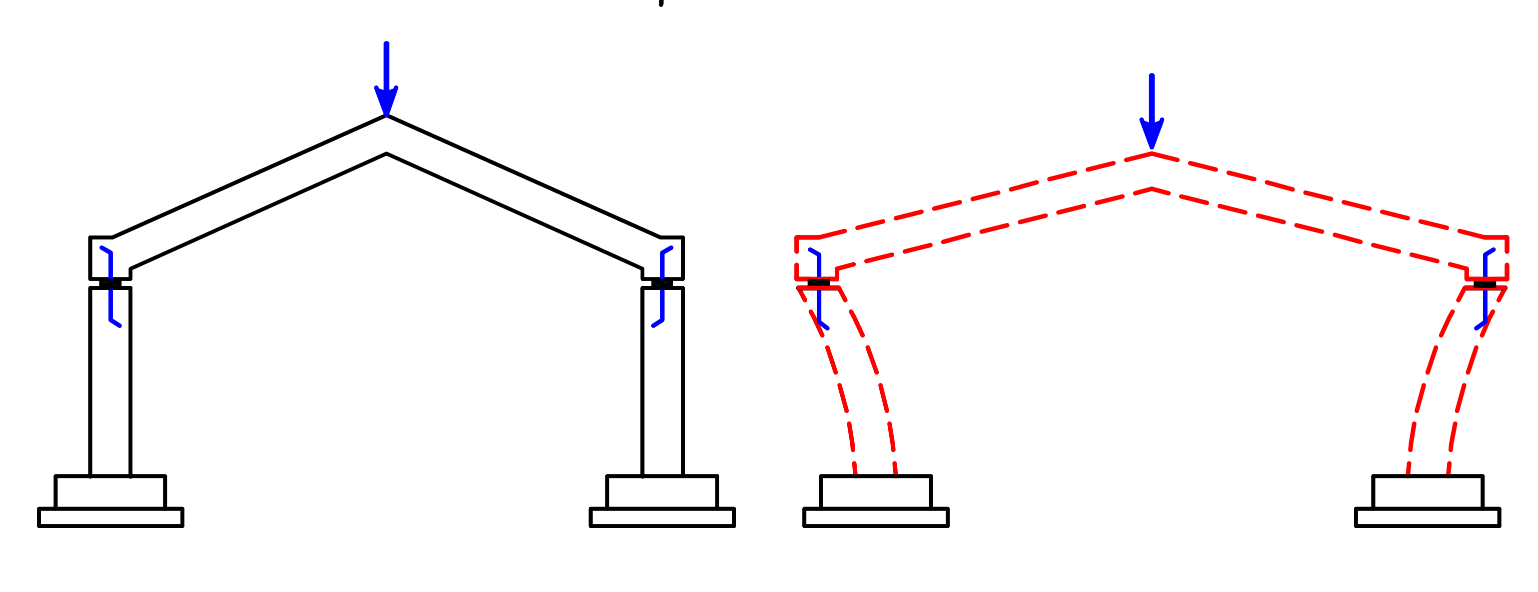
ستتحرك الـ *roller* للخارج و سيحدث عزوم على الـ *girder*

F

اذا أخذنا ال **Hinged and Hinged** ⟵ **2 supports**
و كان موضوع فوق أعمده

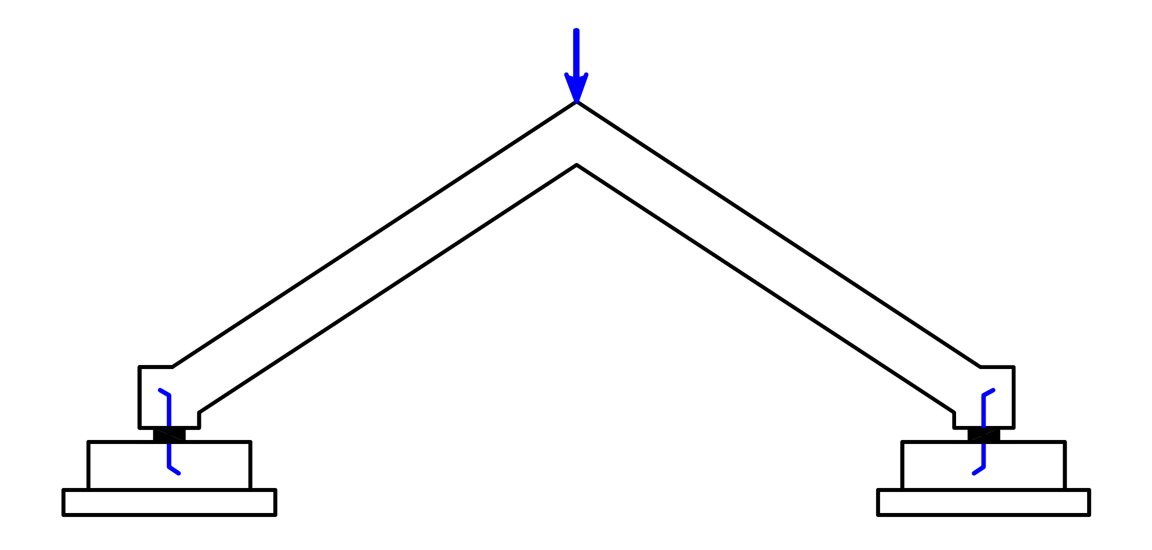


سيحدث **sway** للاعمده و بالتالى سيعمل عزوم كبيره على الاعمده .



اذا كان ال **girder** موضوع على القواعد مباشره (حاله نادره) .

ممكن أخذ ال **Hinged and Hinged** ⟵ **2 supports**



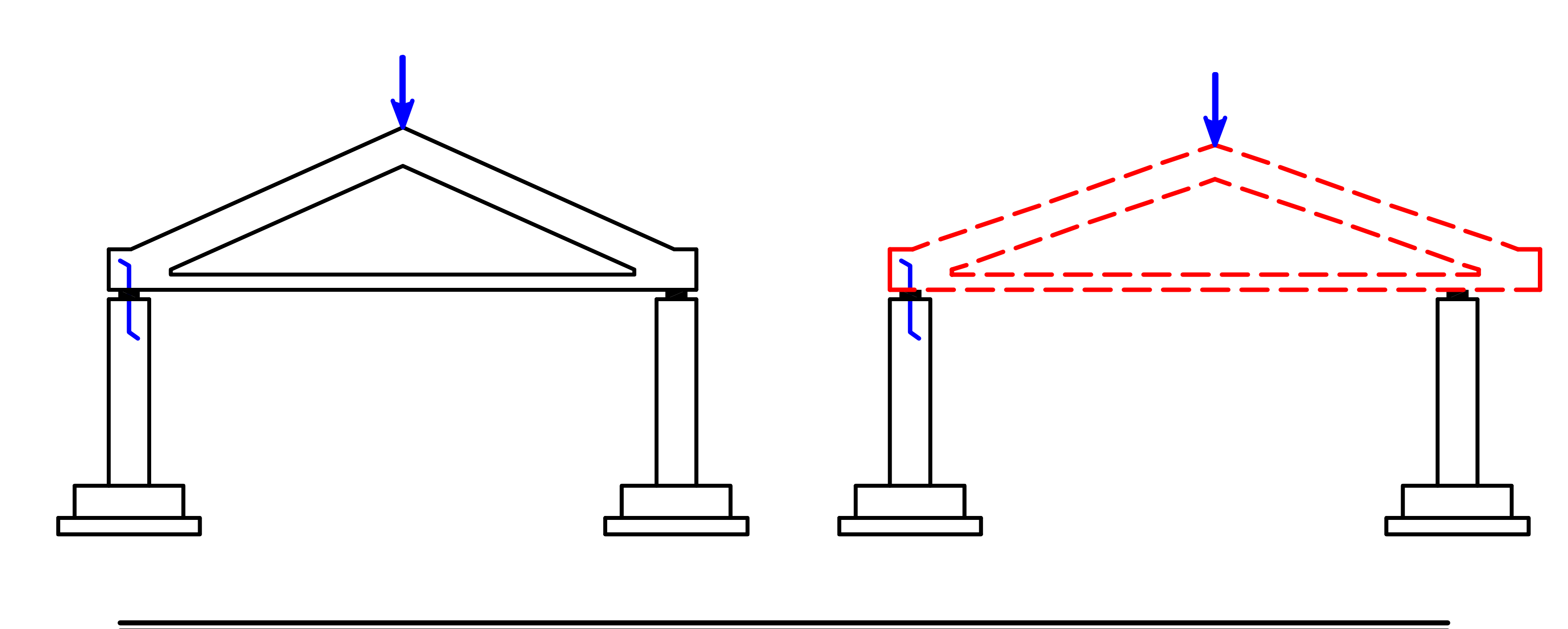
أفضل حل لل **Polygon Frame**

أن نأخذ ال **2 supports → Hinged and Roller**

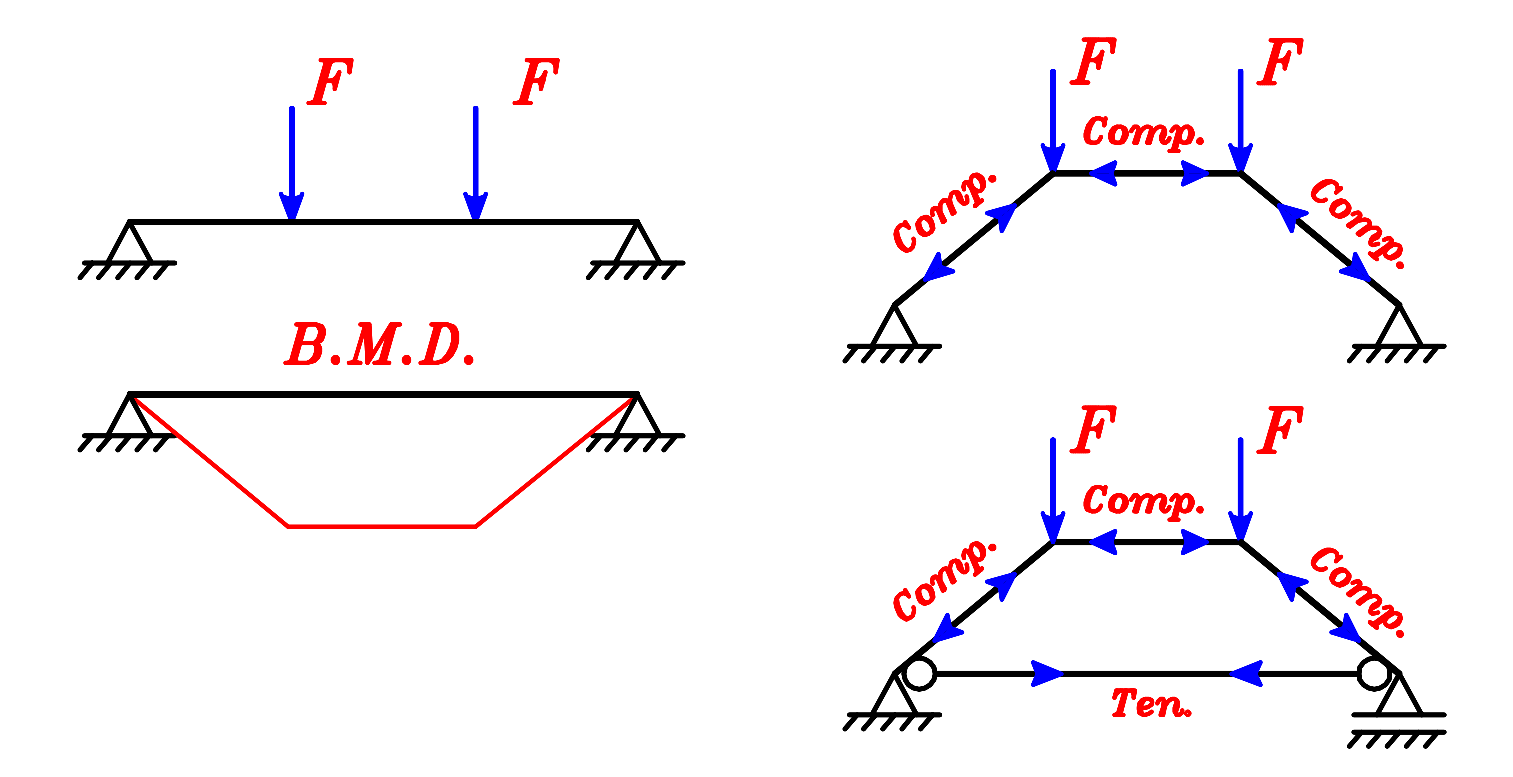
مع وجود **Tie** لمنع حدوث **sway** لل **Girder**

لكن نتيجه حدوث **Extension of the Tie** تحدث عزوم بسيطه على ال **Girder**

و لكن لا توجد عزوم على الاعمده .



2 – Trapezoidal Polygon Frame.



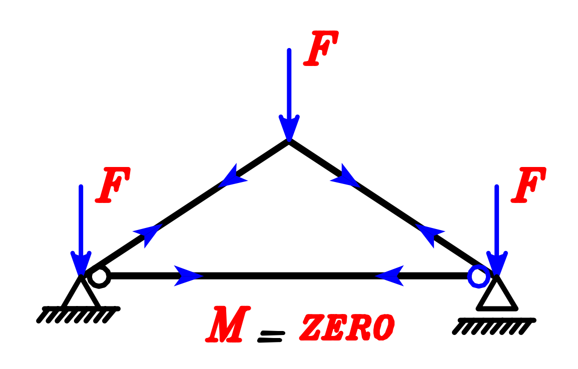
و لكى نستفيد من ال ***Polygon Frames***

أى أن نجعل ال ***B.M.*** على المنشأ تقريبا يساوى ***Zero*** (أى أن كل القوى ***N.F.*** فقط)

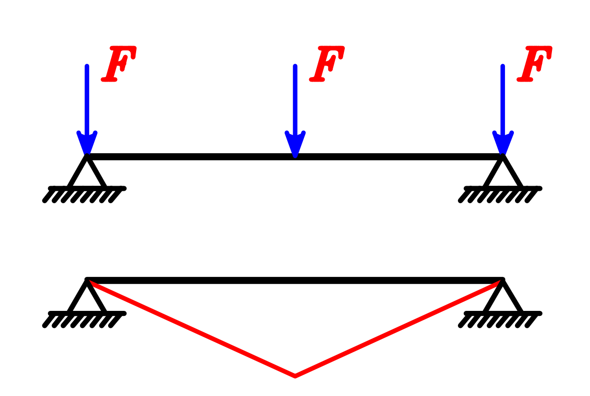
لتكون القطاعات أصغر و تكون كميه حديد التسليح أقل أىتكون تكلفه المنشأ أقل .

نؤثر على ال ***Frames*** بقوى ***Concentrated Load*** فقط

و أن تؤثر هذه القوى عند ال ***Joints*** فقط

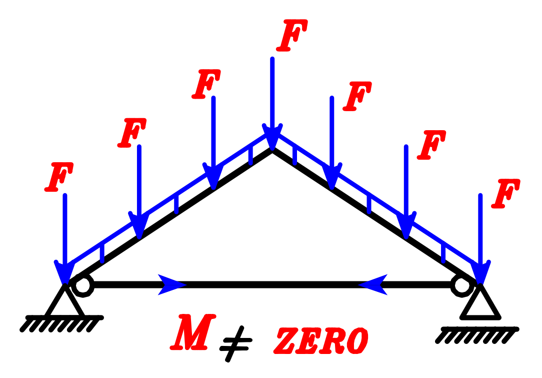


القوى المركزه تؤثر على ال ***Joints*** فقط

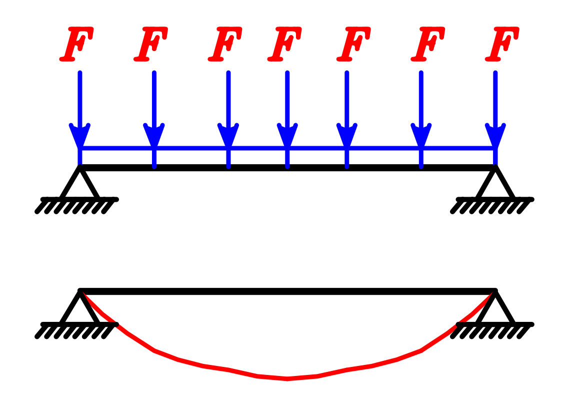


شكل ال ***Frame*** عكس ال ***B.M.***

$\therefore$ $M = ZERO$



القوى تؤثر على ال ***member*** نفسه
و ليس على ال ***Joints*** فقط



شكل ال ***Frame*** ليس عكس شكل ال ***B.M.***

$\therefore$ $M \neq ZERO$

و لكى نتحكم فى وجود أحمال مركزه عند ال ***Joints*** فقط :

١- نضع كل الكمرات المحموله على ال ***Frame*** عند ال ***Joints*** فقط .

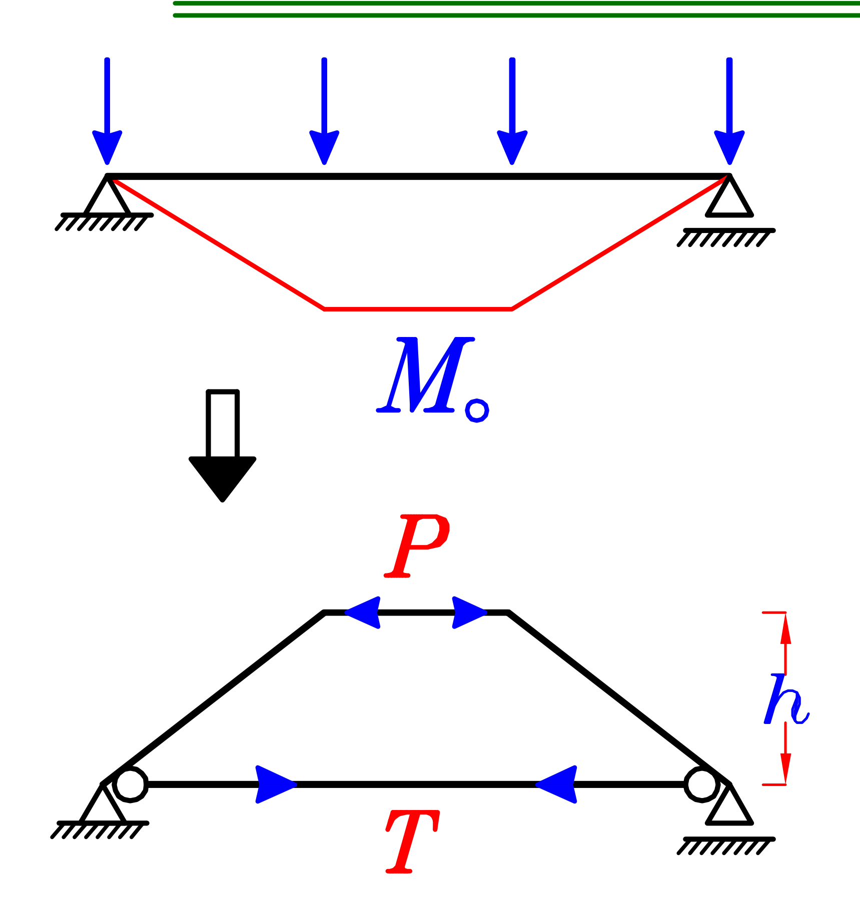
٢- نأخذ كل البلاطات ***One Way Slabs*** فى إتجاه الكمرات بحيث
لا ترمى أى أحمال على ال ***Frame*** (عاده تؤخذ ***One Way H.B. slab***).

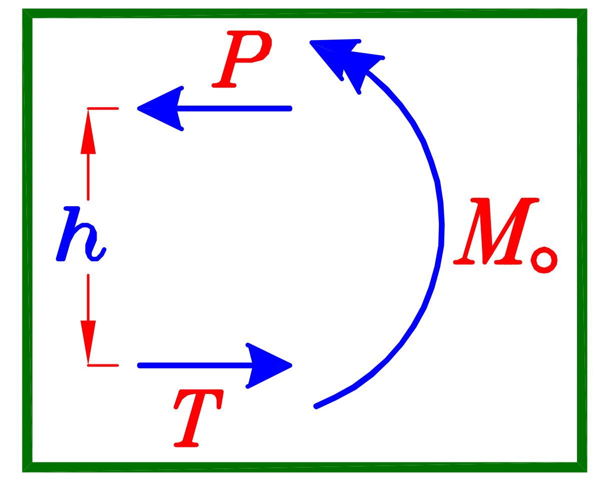
٣- نضع أى ***post*** أو أى ***hanger*** عند ال ***Joints*** فقط .

٤- نفرض أن ال ***O.W.*** لل ***Frame*** يؤثر كأنه ***Concentrated Load*** عند ال ***Joints***.

Concept of Polygon Frames.







$$P = T = \frac{M_o}{h}$$

تعتمد فكره ال *Polygon Fram* على تحويل ال *Bending moment* الى *Couple*

اى الى *Compression Normal Forces & Tension Normal Forces*

و ذلك للتوفير لانه عند تصميم قطاع عليه *pure Compression* ستكون كميه الخرسانه

و الحديد قليله مما يعمل على تقليل ثمن ال *member*

و عند تصميم قطاع عليه *pure Tension* تكون كميه الحديد كبيره و كميه الخرسانه

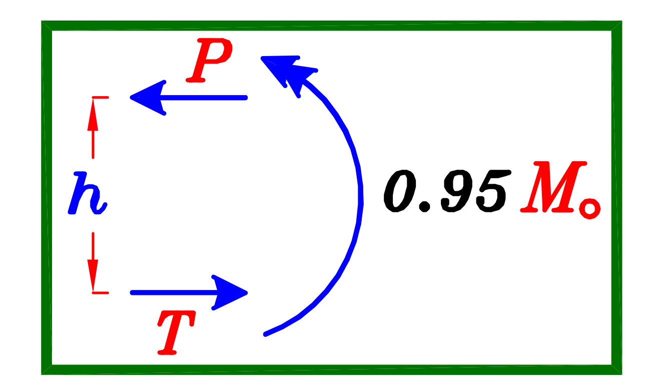
قليله و تكون ايضا نسبيا ثمن ال *member* أقل .

$0.05\,M_o$

نظرا لحدوث استطاله بسيطه لل *Tie* سيحدث *moment*

بسيط قيمته فيى حدود $0.05\,M_o$ اذا قيمه ال *moment*

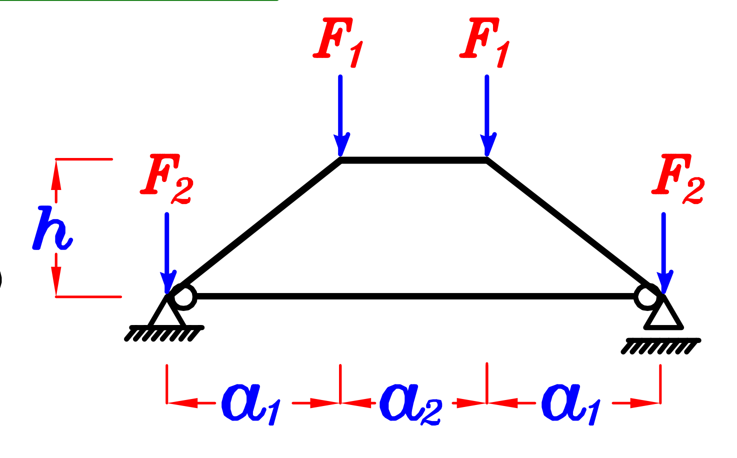
الذى سيتحول ل *couple* يساوى تقريبا $0.95\,M_o$



$$P = 0.95\ \frac{M_o}{h}$$

$$T = 0.95\ \frac{M_o}{h}$$

Loads on polygon Frame.



Take:

O.W.

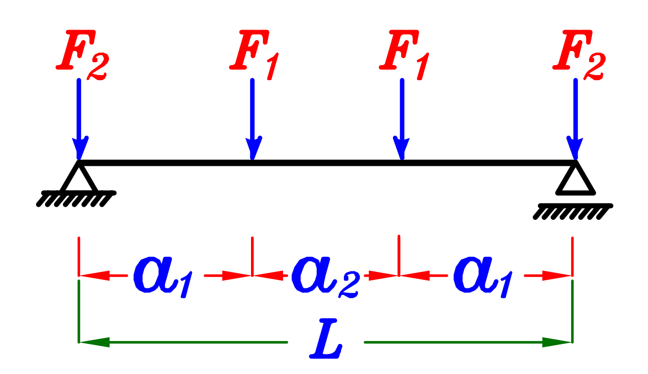
(Frame including o.w. of Hangers + Tie)

$= 12.0$ kN\m` ⟶ (U.L.)

Get the Concentrated Load on the Frame.

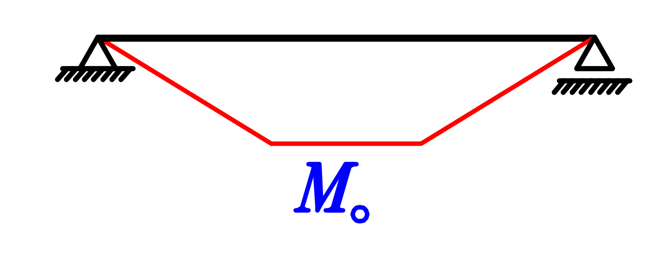
F_1 = Reaction of beams + O.W. (Frame) $* a_1$

F_2 = Reaction of beams + O.W. (Frame) $* a_2$



نفرض وجود كمره تخيليه أفقيه .
لها نفس ال span الافقى لل Frame

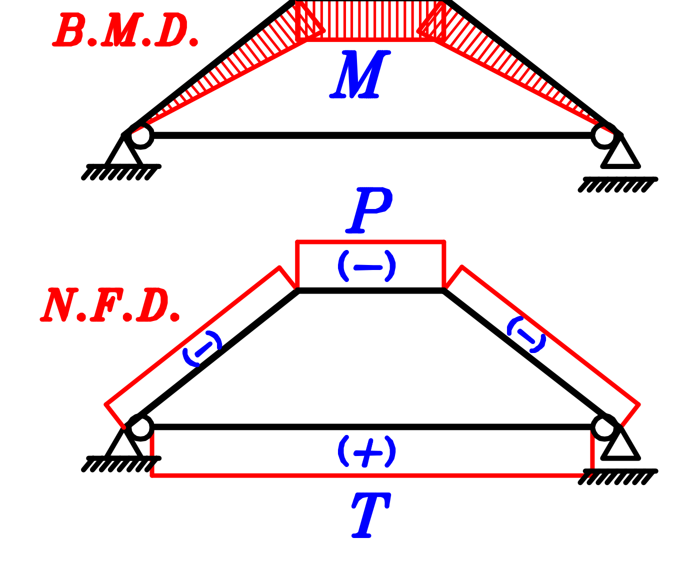
نحسب قيمة أكبر moment
للكمره التخليه و يسمى ((M_o))



$$M = 0.05\ M_o$$

(From Extension of the Tie)

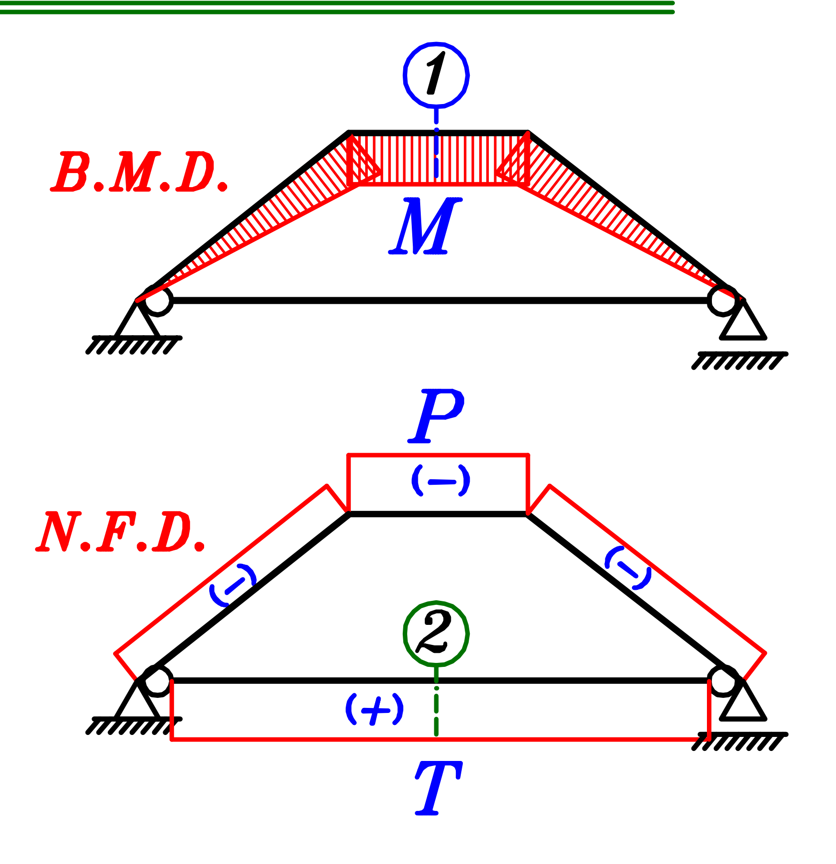
نتيجه لحدوث استطاله بسيطه فى ال Tie
يحدث عزم على ال Frame قيمته $0.05\ M_o$



$$P = 0.95\ \frac{M_o}{h}$$

$$T = 0.95\ \frac{M_o}{h}$$

Design sections of polygon Frame.



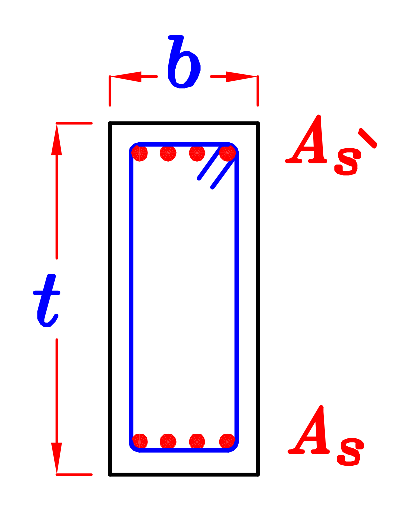
Sec. ① M , P

$$P = 0.95 \frac{M_o}{h}$$

$$M = 0.05 \, M_o$$

(From Extension of the Tie)

(Use I.D.) $A_s = A_s'$

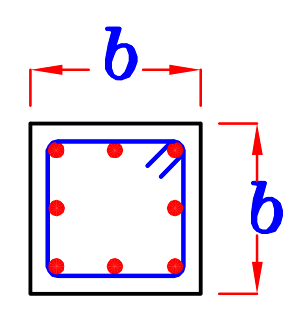


Sec. ② Tie

$$T = 0.95 \frac{M_o}{h}$$

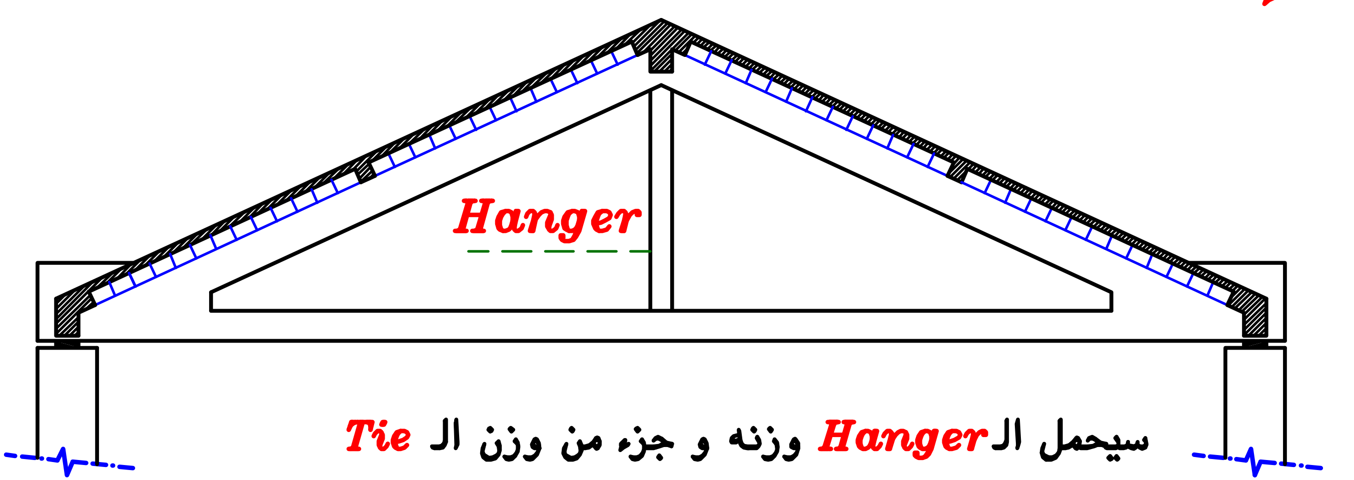
$$A_s = \frac{T}{F_y \backslash \gamma_s} = \text{(Total area of steel)}$$

$$A_c = (b * b)$$



Sec. ③ Hanger

١ - إذا كانت البلاطه علويه .



سيحمل الـ **Hanger** وزنه و جزء من وزن الـ **Tie**

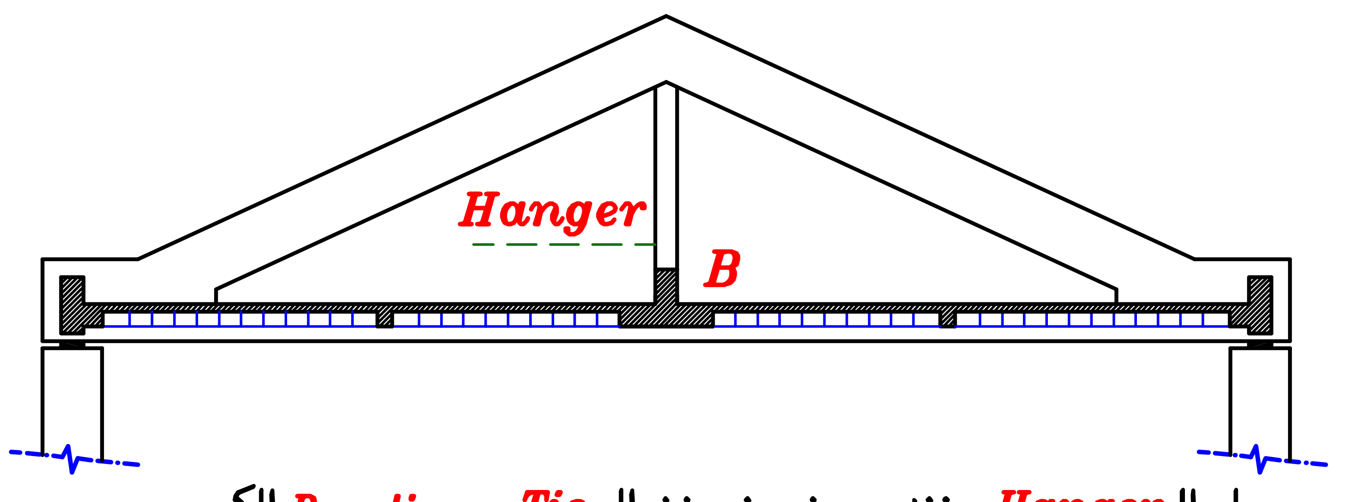
$$T = O.W._{(hanger)} + Tie$$

$$O.W._{(hanger)} \simeq 3.50 \ kN$$

$$A_s = 4 \phi 12$$

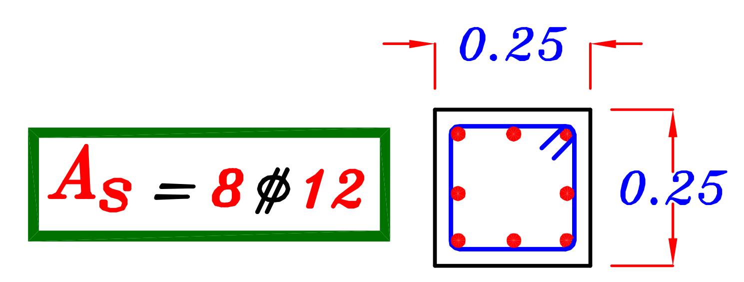
0.25 × 0.25

٢ - إذا كانت البلاطه سفليه .

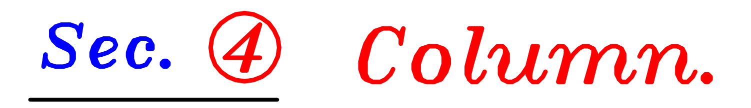


سيحمل الـ **Hanger** وزنه و جزء من وزن الـ **Tie** و **Reaction** الكمره .

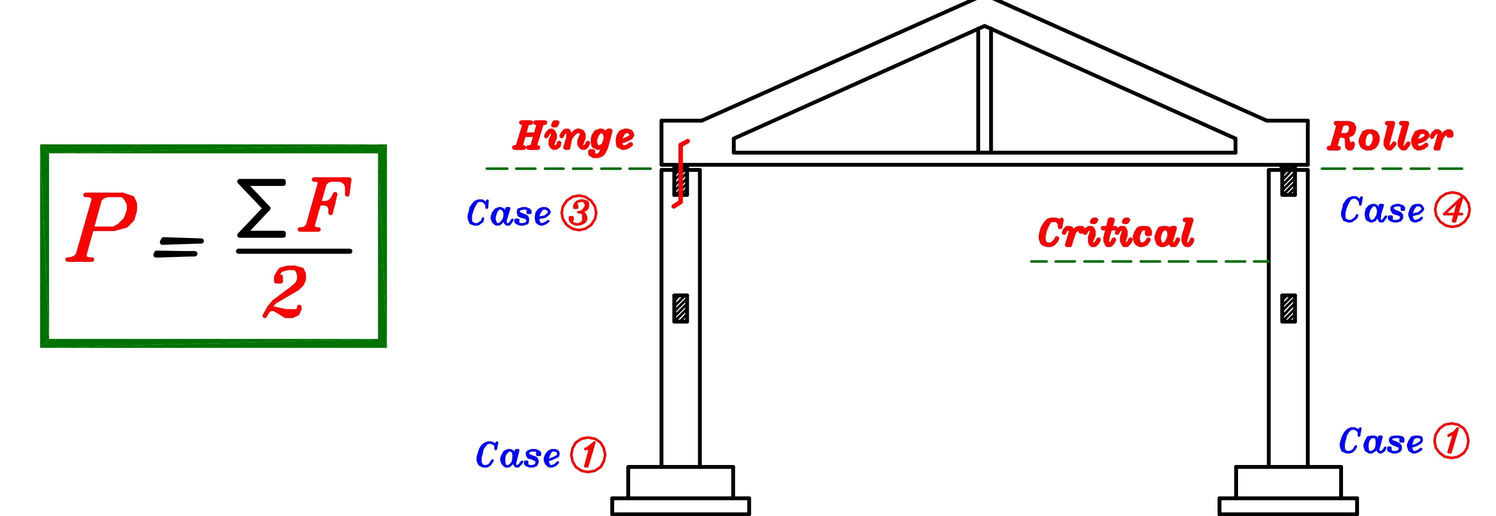
$$T = O.W._{(hanger)} + Tie + \text{Reaction of beam } B$$



$$A_s = 8 \phi 12$$



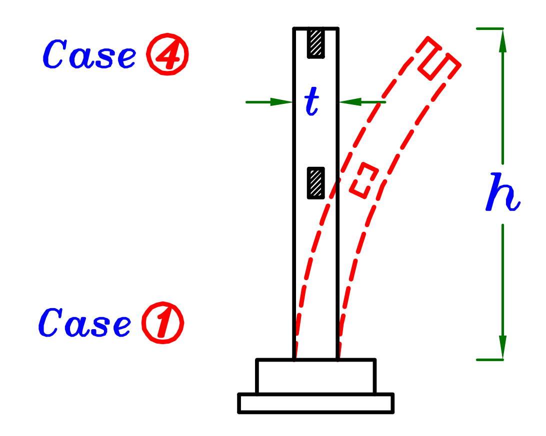
Design the critical Col. at the Roller support.



$$P = \frac{\sum F}{2}$$

Check Buckling.

① In plane.

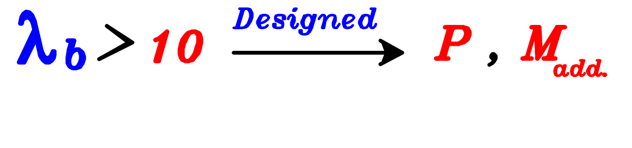


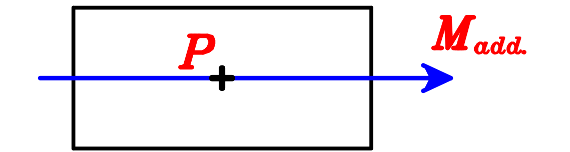
$H_o = h$

$$\lambda_b = \frac{2.2 * H_o}{t}$$

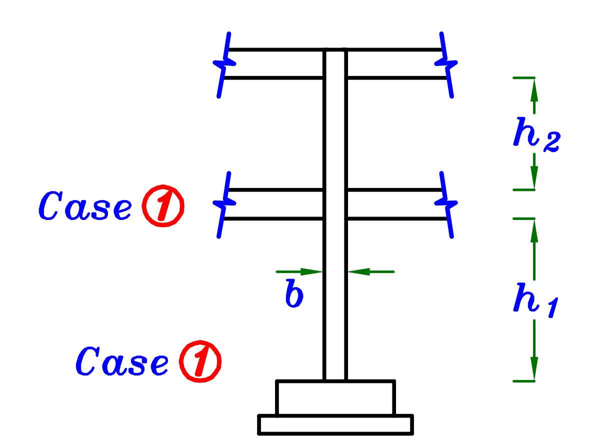
IF $\lambda_b \leqslant 10$ $\xrightarrow{\text{Designed}}$ P only

$\lambda_b > 10$ $\xrightarrow{\text{Designed}}$ P , $M_{add.}$





② Out of plane.

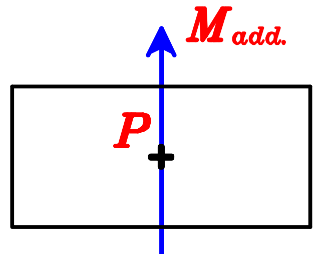


$H_o =$ The bigger of h_1 , h_2

$$\lambda_b = \frac{1.2 * H_o}{b}$$

IF $\lambda_b \leqslant 10$ $\xrightarrow{\text{Designed}}$ P only

$\lambda_b > 10$ $\xrightarrow{\text{Designed}}$ P , $M_{add.}$



Triangular Polygon Frames.

Window

Hanger (250x250)

$h = \frac{L}{6 \rightarrow 8}$

t

One Way H.B. slab.

2 beams

One Way H.B. slab.

Tie (b x b)

0.6 → 1.0 m

$t_{col.} = \frac{H}{8 \rightarrow 9}$

H

Wall

لا يوجد ترحيل للقواعد

≃1.0 m

$L = (12 \rightarrow 16)$ m

* **Span (L)** = (12 → 16) m

* **Height (h)** = $\frac{L}{6 \rightarrow 8}$

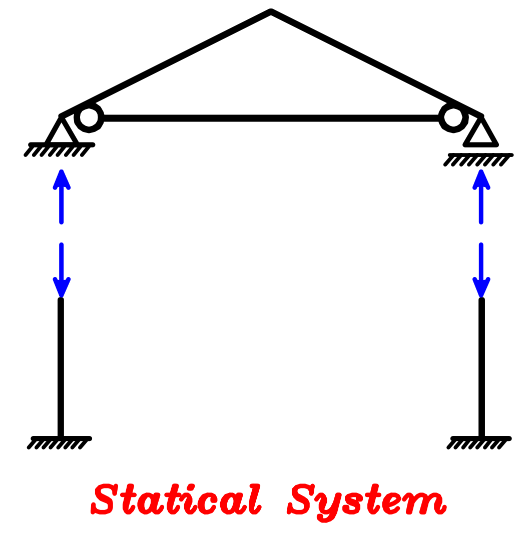
* $t_{(Frame)} \simeq \frac{L}{20 \rightarrow 25}$

* $b_{(Frame)} = \left. \begin{array}{l} 0.30\ m \\ \frac{Spacing}{20} \end{array} \right\}$ الأكبر

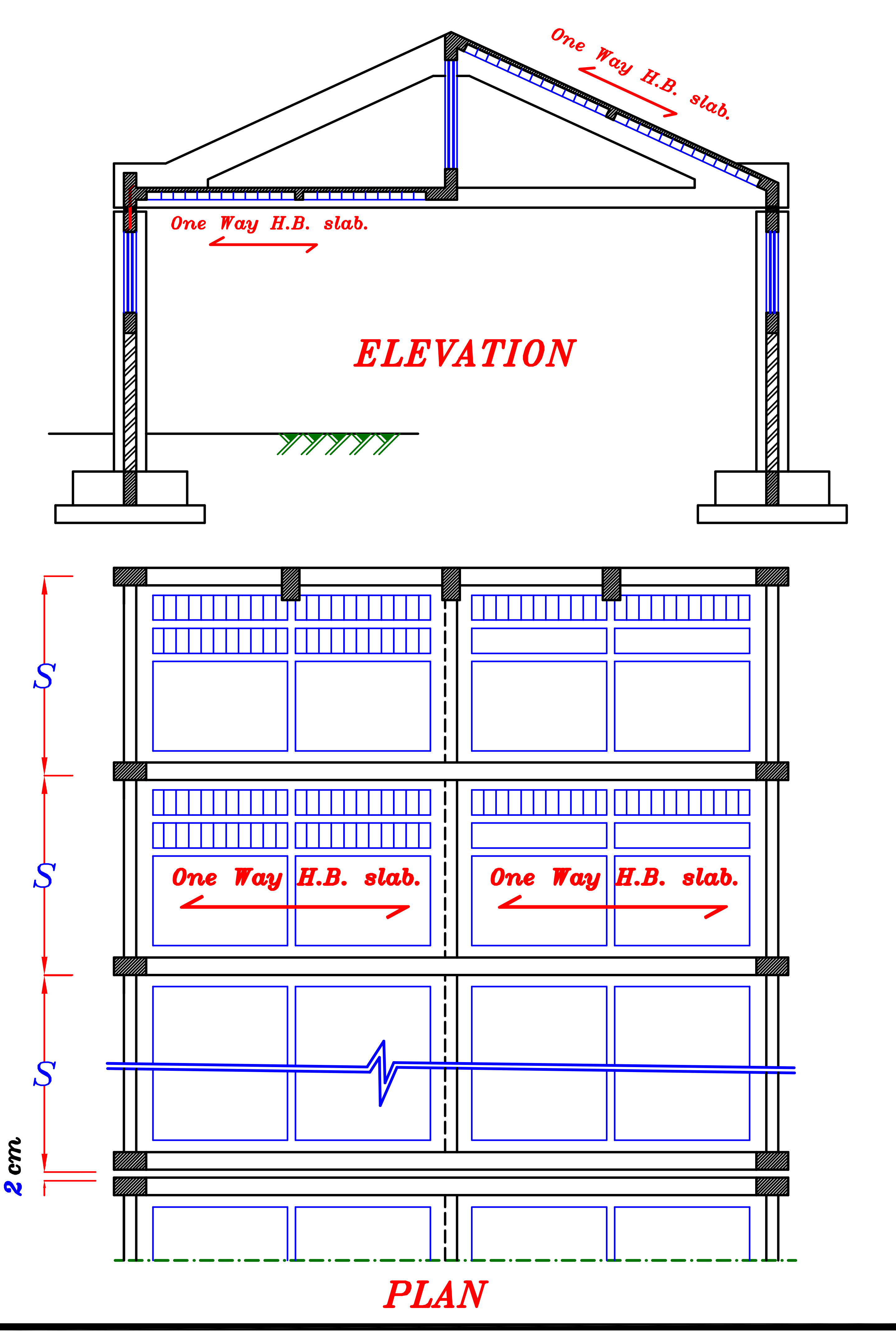
* **Tie** (b x b)

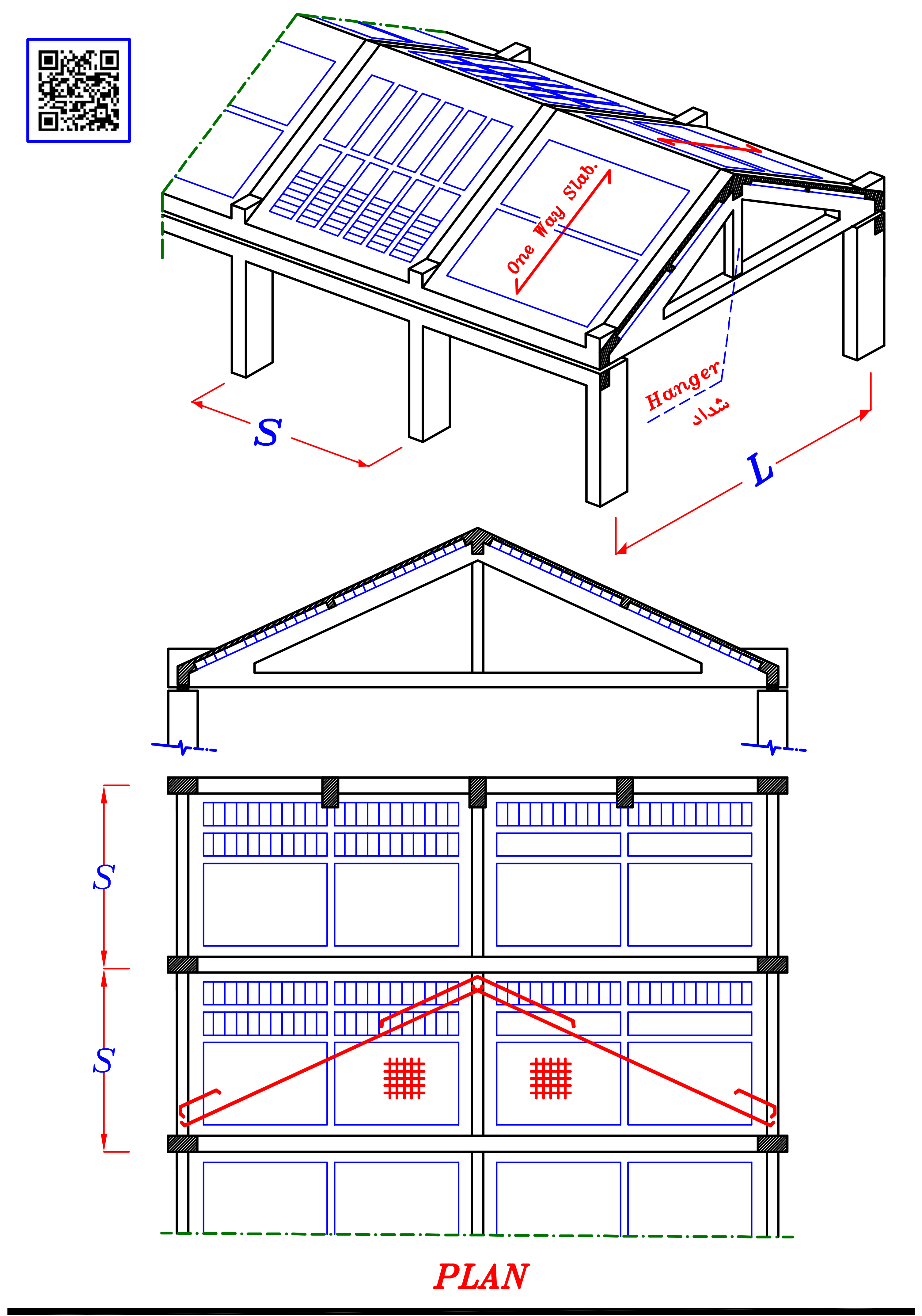
* **Hanger** (250 x 250)

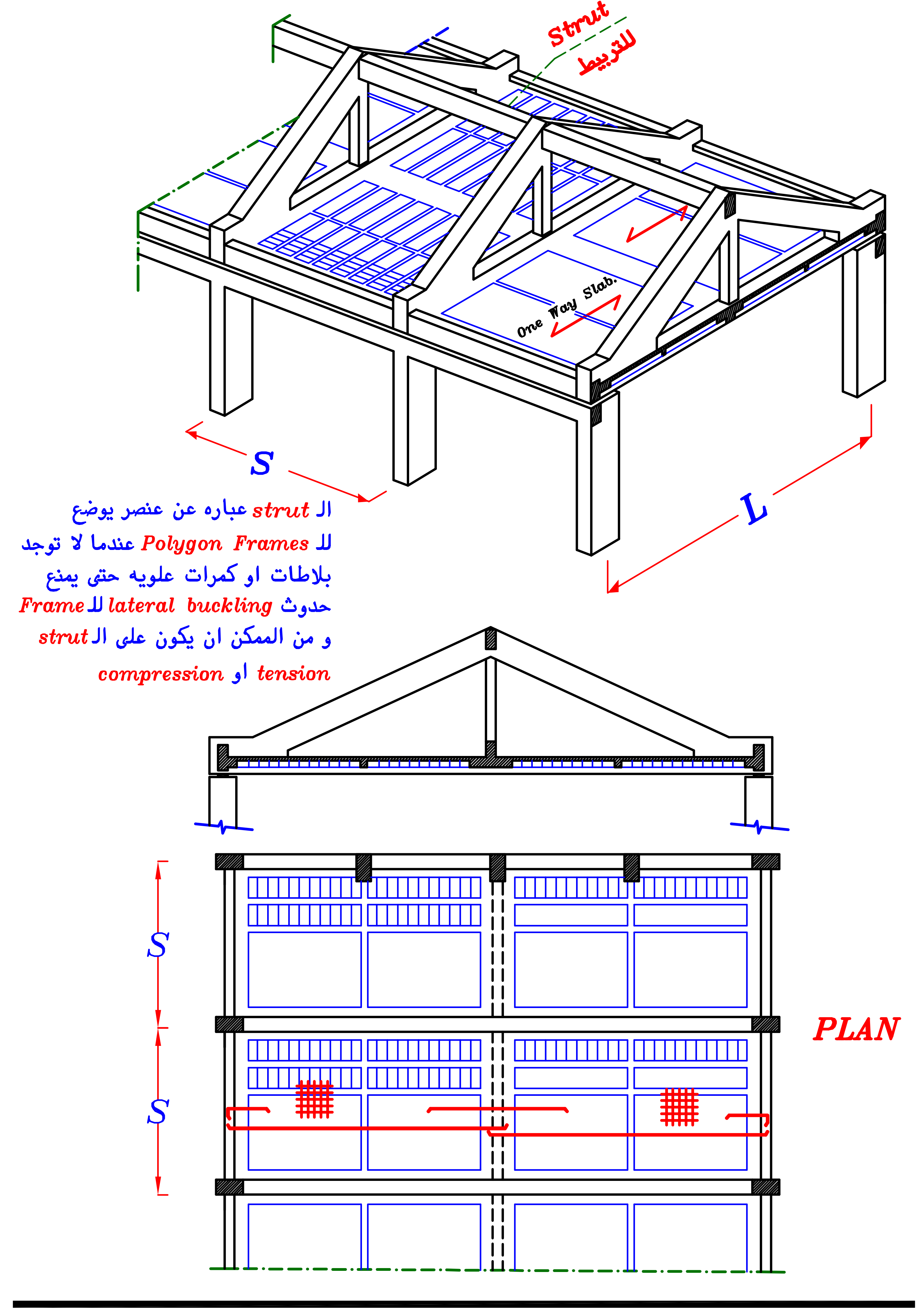
* $t_{col.} = \frac{H}{8 \rightarrow 9}$ to be safe buckling inside Plan.



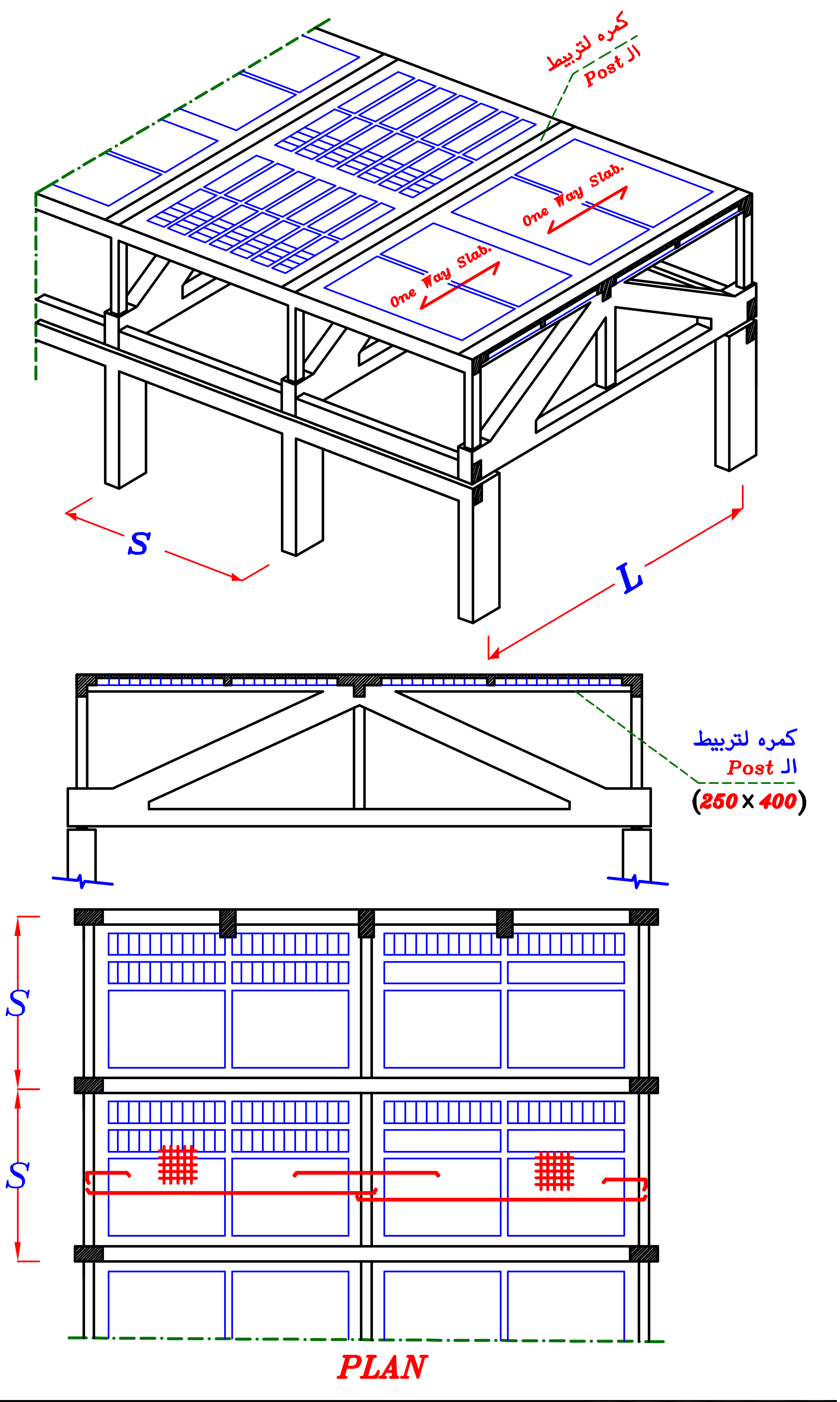
Statical System

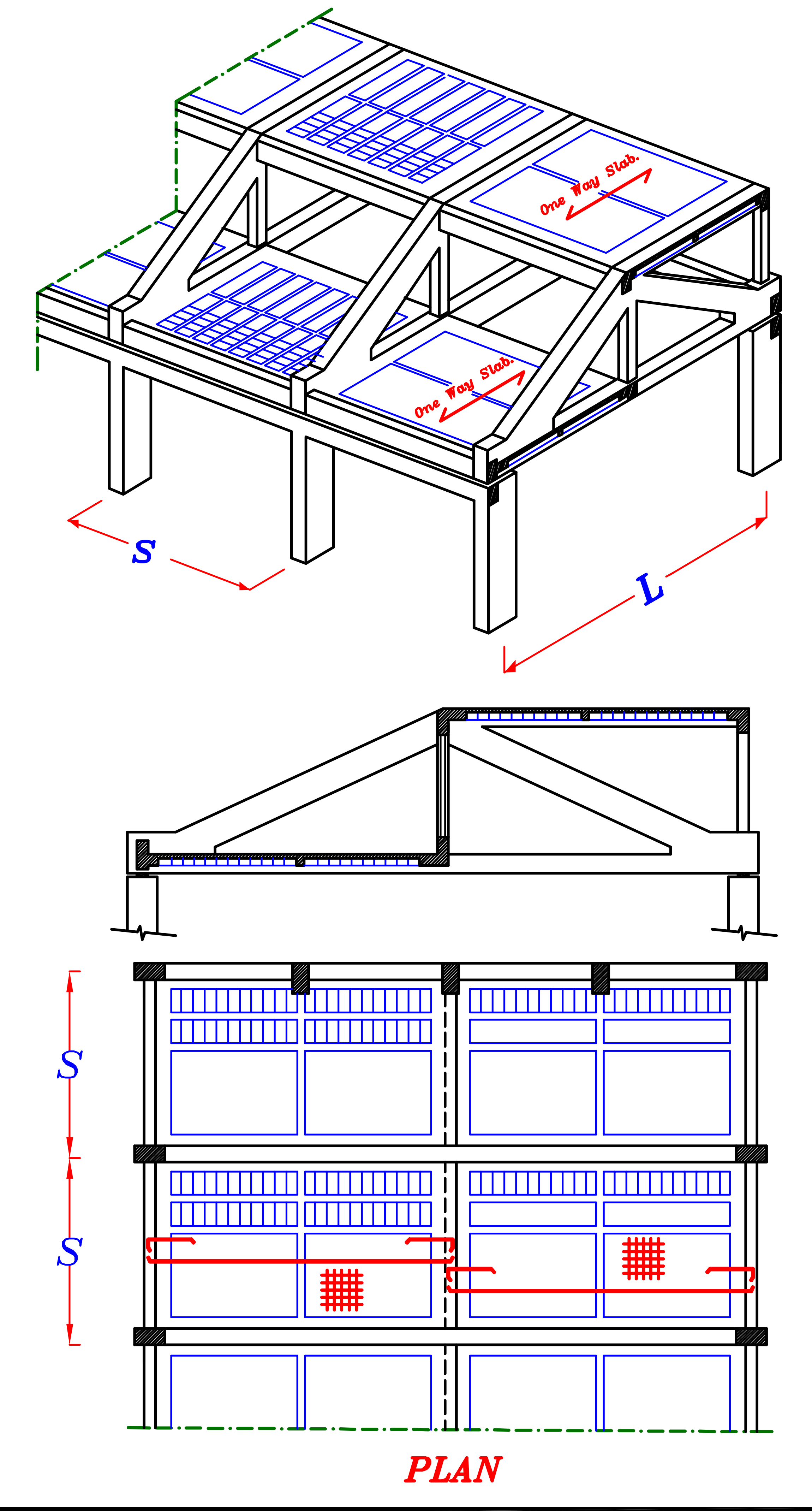

One Way H.B. slab.
One Way H.B. slab.
ELEVATION
S
S
S
2 cm
One Way H.B. slab.
One Way H.B. slab.
PLAN

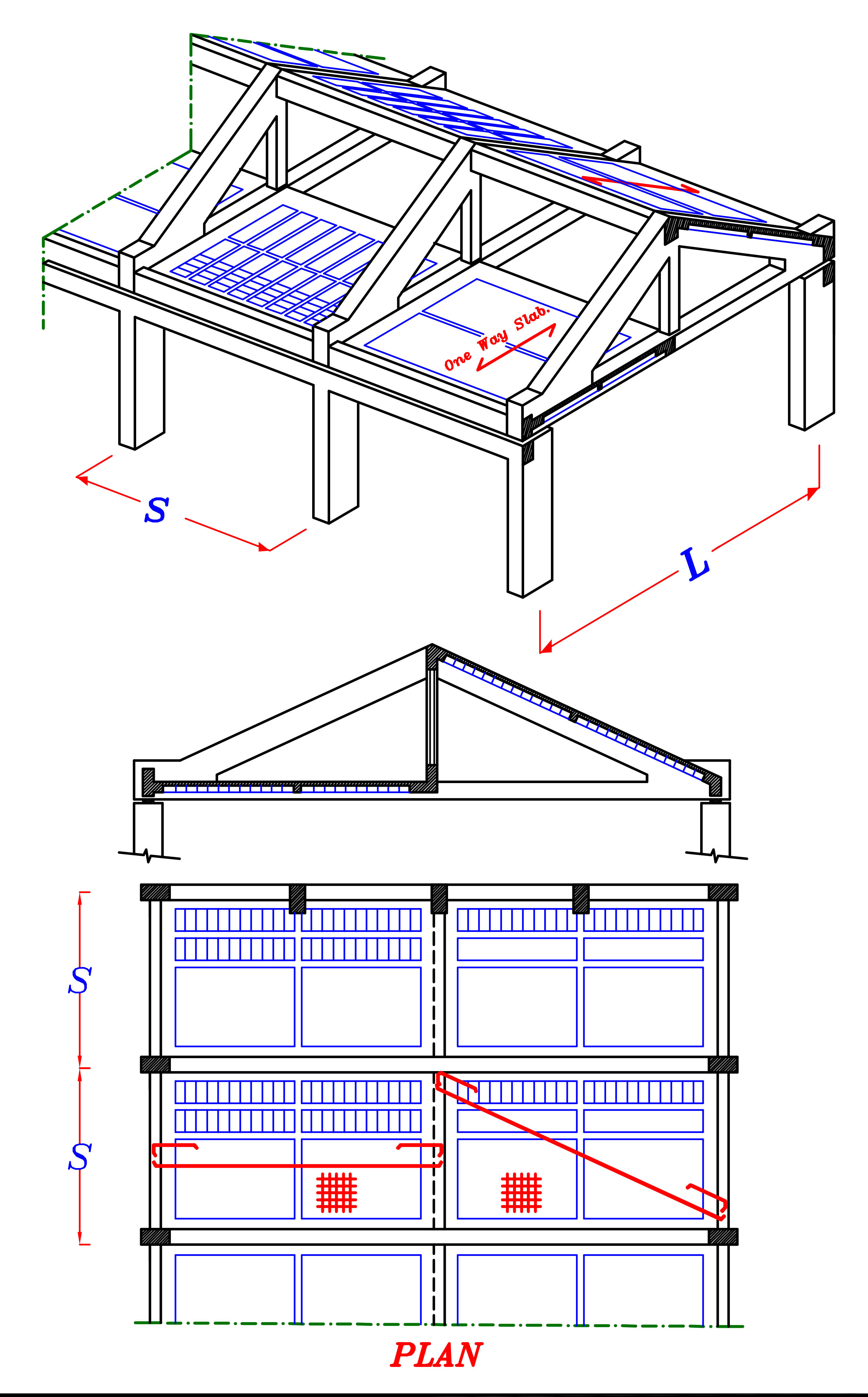

One Way Slab.
S
Hanger
شداد
L
S
S
PLAN



Strut
للتربيط
One Way Slab.
S
L
ال strut عباره عن عنصر يوضع
لل Polygon Frames عندما لا توجد
بلاطات او كمرات علويه حتى يمنع
حدوث lateral buckling للFrame
و من الممكن ان يكون على ال strut
tension او compression
S
S
PLAN


كمره لتربيط
Post ال
One Way Slab.
One Way Slab.
S
L
كمره لتربيط
Post ال
(250 x 400)
S
S
PLAN


One Way Slab.
One Way Slab.
S
L
S
S
PLAN


One Way Slab.
S
L
S
S
PLAN

Using Solid Slabs on Triangular Polygon Frame.

اذا كان $F.C. + L.L. > 10\ kN/m^2$ او اذا كان هناك Vibration على المبنى.

لن نستطيع اخذ البلاطه Hollow Blocks فسنضطر اخذ البلاطه Solid Slab

و لكى نضمن ان البلاطه one way نعمل على رفع منسوب البلاطه حوالى ٥ سم

عن ال Frame حتى تكون محموله على الكمرتين الجانبيتين .

البلاطه مرفوعه عن ال Frame
حتى نضمن عدم تحميلها على ال Frame
فتكون بلاطه One Way فى اتجاه الكمرتين فقط

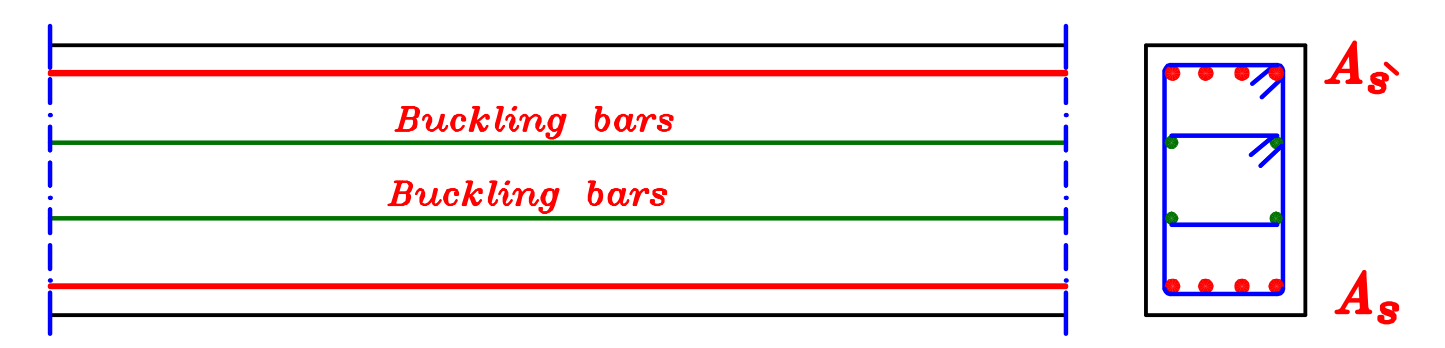
One Way
One Way

One Way
One Way

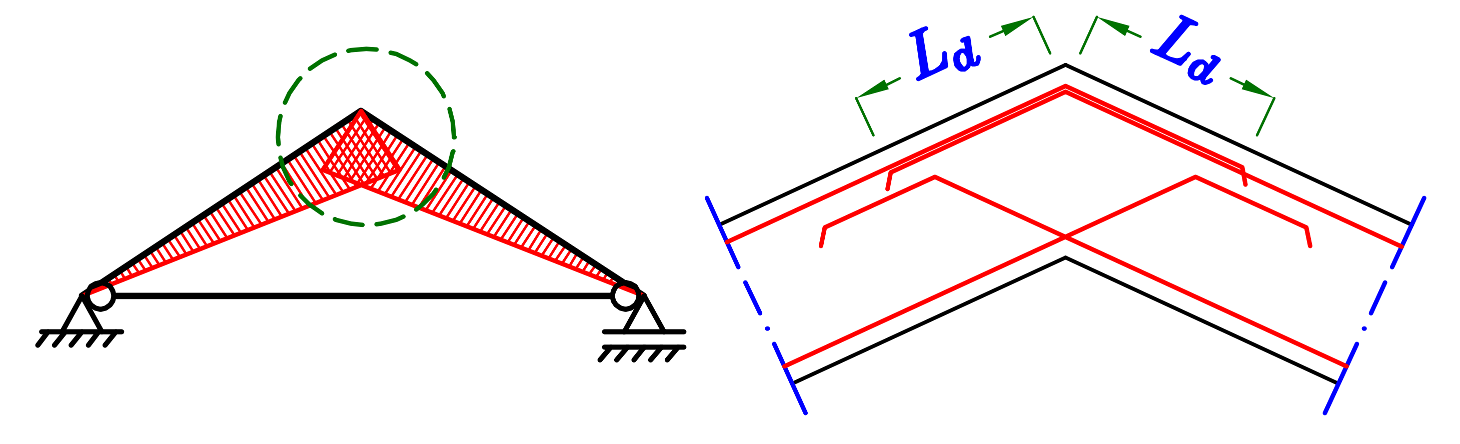
البلاطه مرفوعه عن ال Frame
حتى نضمن عدم تحميلها على ال Frame
فتكون بلاطه One Way فى اتجاه الكمرتين فقط

Reinforcement Notes.

1- For Member subjected to Moment & Compression.



و اذا زاد طول السيخ عن ١٢,- م نعمل وصله تراكب **Lap splice**
و الاضمن مد الحديد مسافه L_d من بعد ال C.L. من الجهتين .



2- For Member subjected to pure Tension. (Tie)

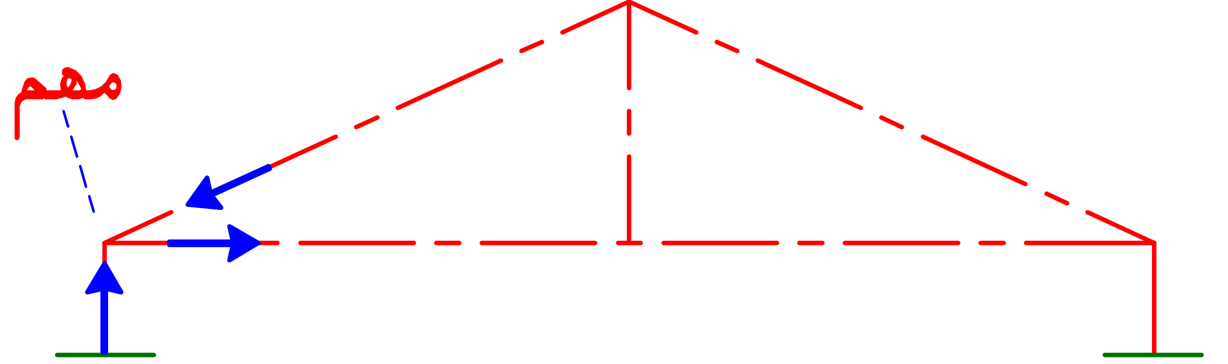
و اذا زاد طول السيخ عن ١٢,- م المفروض عمل وصله ميكانيكيه او وصلات لحام
و لصعوبه رسم تفاصيل ذلك فى هذا الملف فسنضطر ان نرسم تسليح ال **Tie**
عباره عن اسياخ طويله طولها بنفس طول ال **Tie** حتى اذا زاد طولها عن ١٢,- م



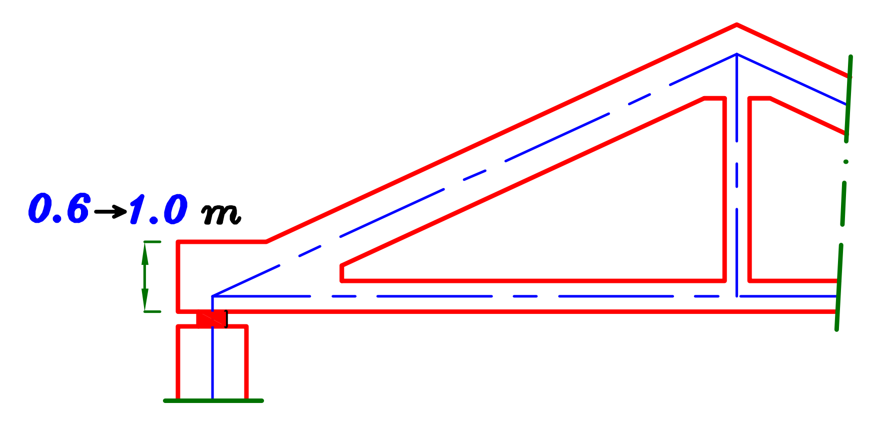
لعمل وصلات فى ال (Tie) أنظر فى هذا الملف صفحه (75)

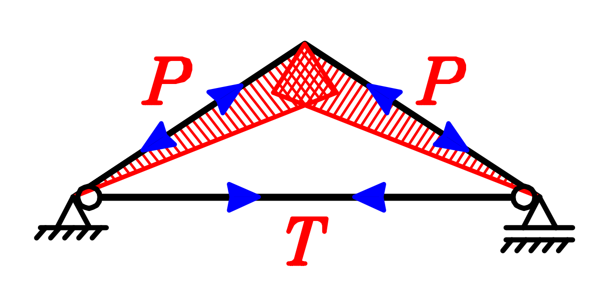
Steps of Reinforcement.

١ – نرسم الـ C.L. مع مراعاه تقاطع الـ C.L. عند الـ Joints لضمان الـ Stability

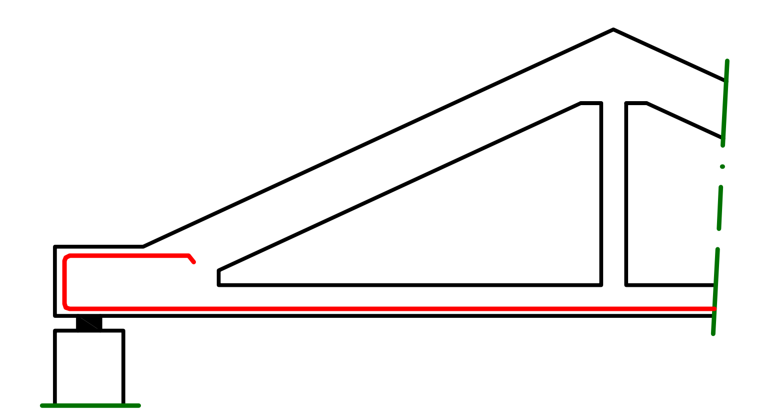


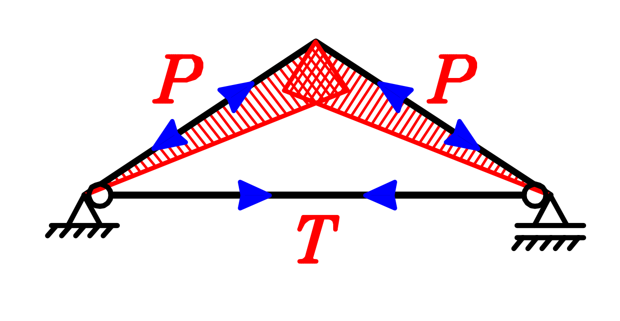
٢ – نرسم الخرسانه حول الـ C.L. بتخاناتها



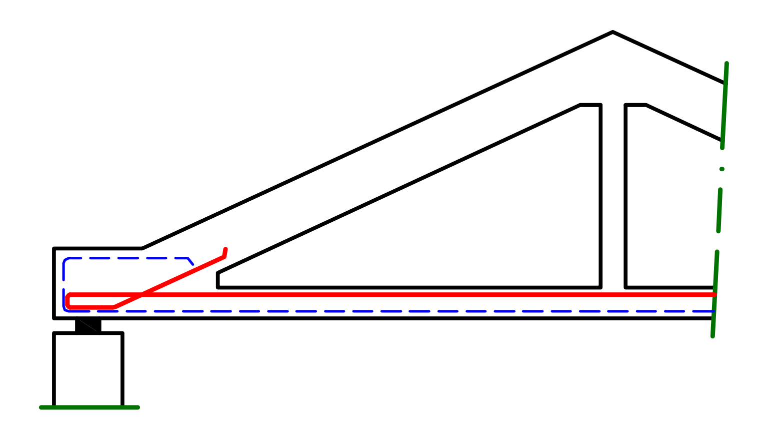


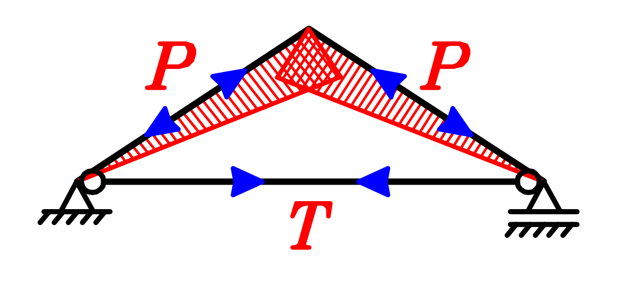
٣ – نرسم التسليح السفلى لـ Tie مع مراعاه تكملته فى الدراسه من الاول للاخر



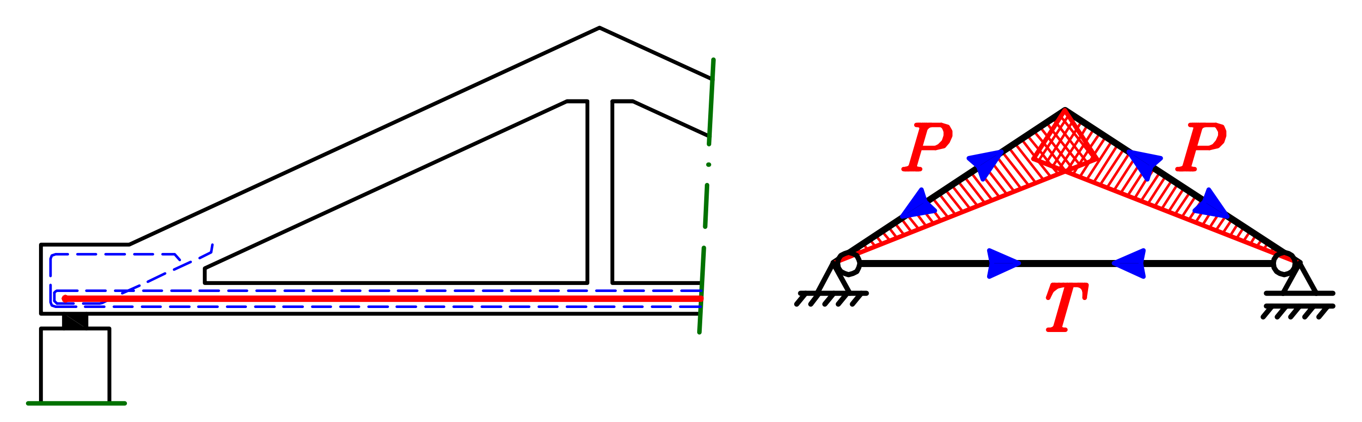


٤ – نرسم التسليح العلوى لـ Tie مع مراعاه تكملته فى الدراسه من الاول للاخر

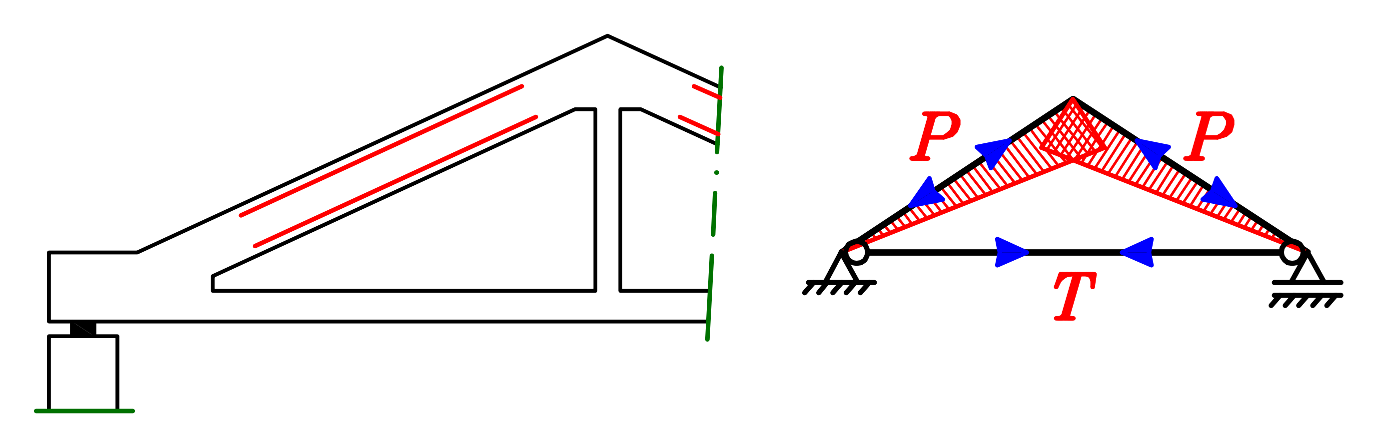




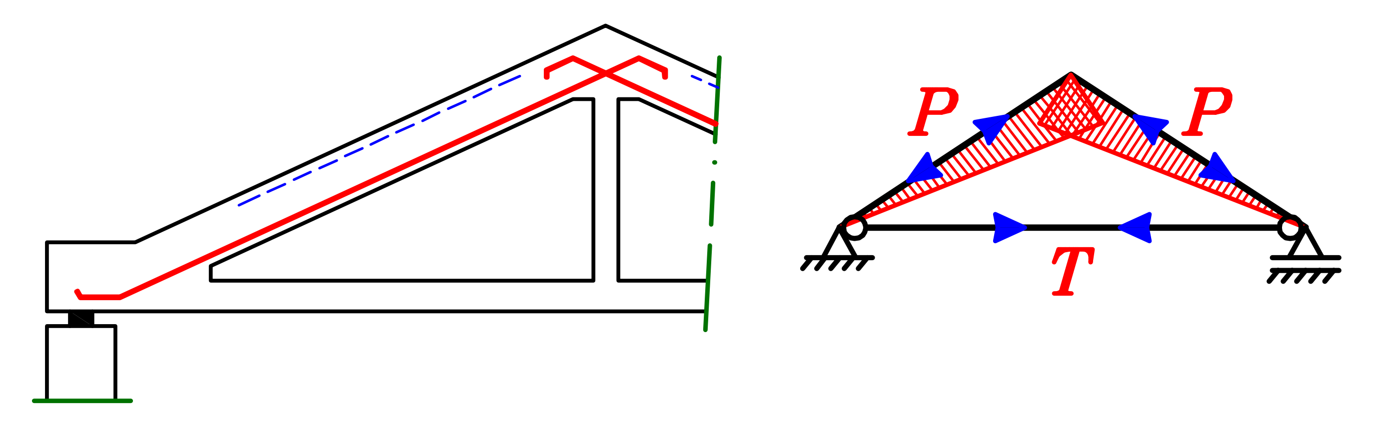
٥ – نرسم التسليح الاوسط لل *Tie* مع مراعاه تكملته فى الدراسه من الاول للاخر



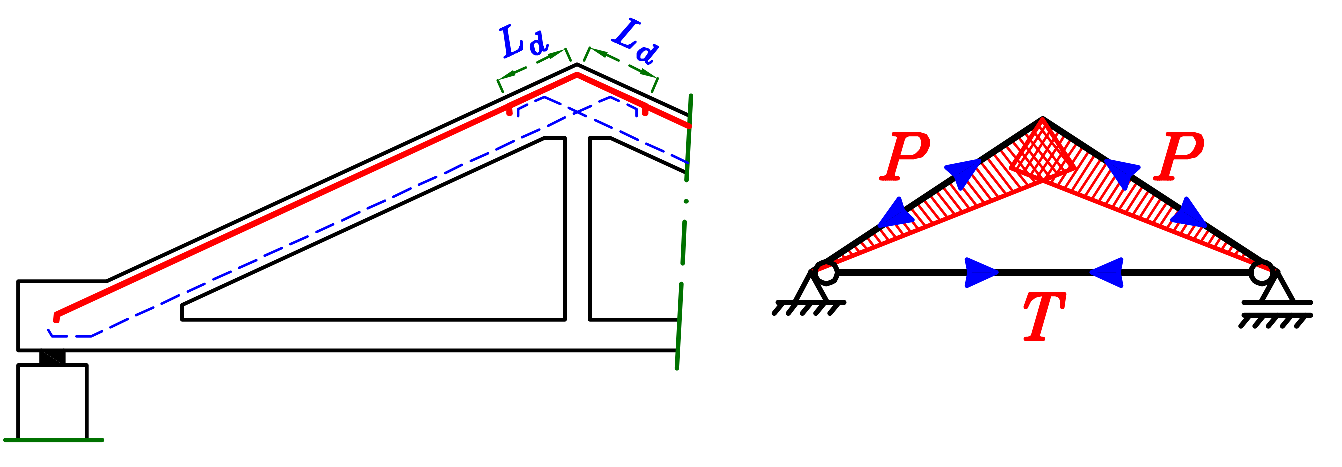
٦ – وضع تسليح ال *Compression members* فى الجهتين



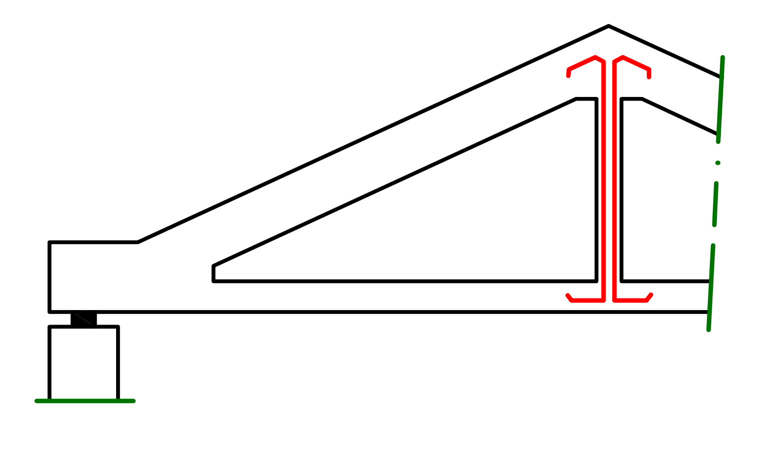
٧ – الحديد السفلى يمتد من الجهتين مسافه $L_d = 60\ \phi$ من الجهتين

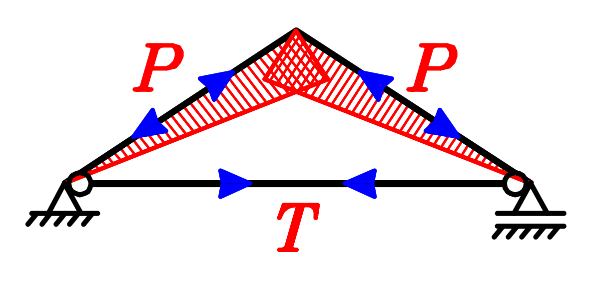


٨ – الحديد العلوى يمتد من الجهتين مسافه $L_d = 40\ \phi$ من الجهتين

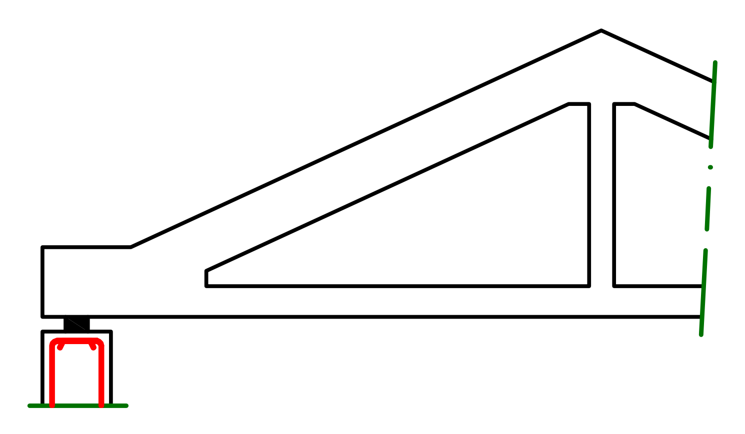


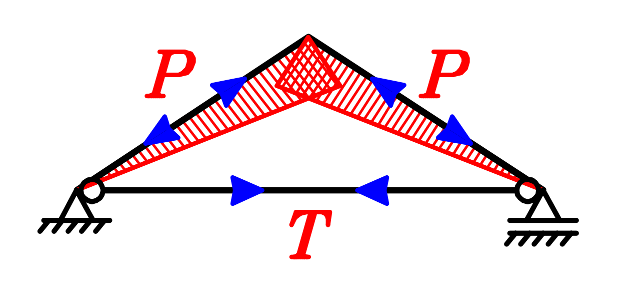
٩ – نضع تسليح الـ *Hanger*



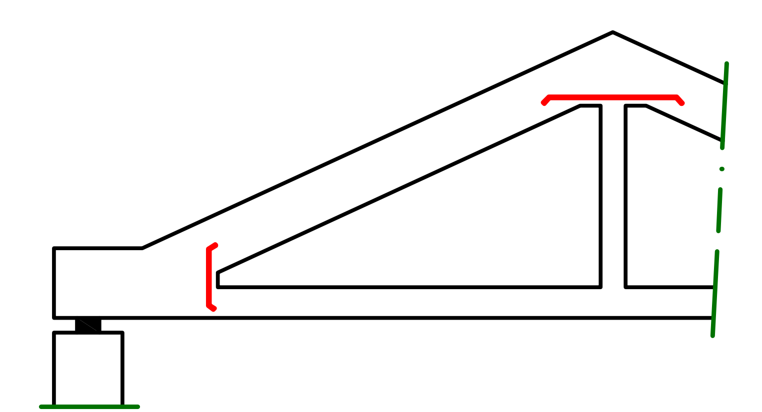


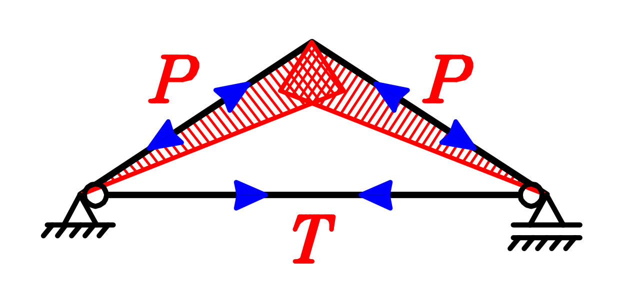
١٠ – نضع تسليح العمود



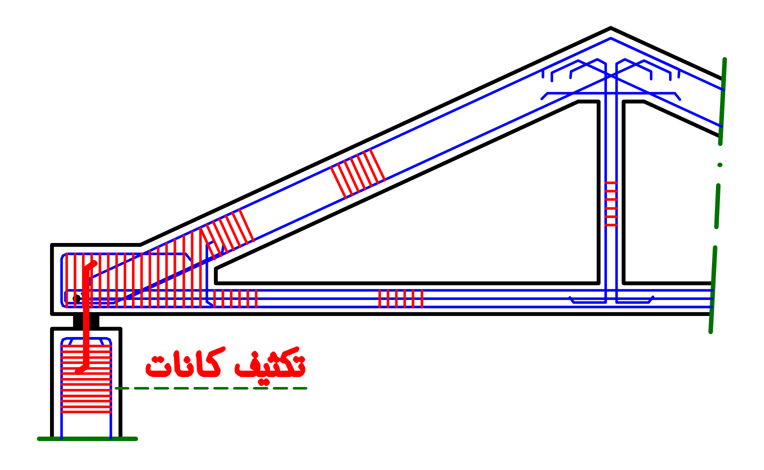


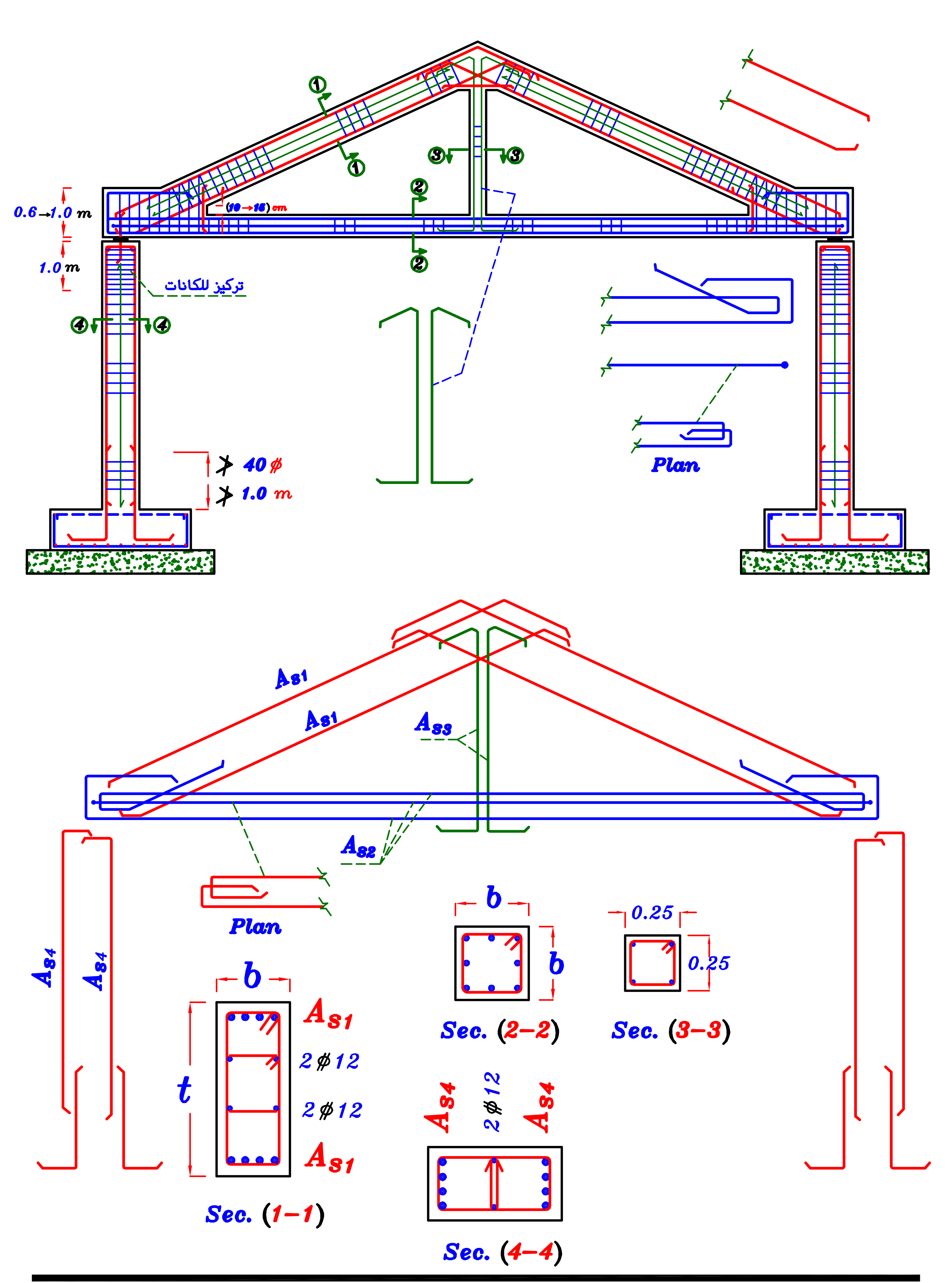
١١ – نضع تسليح بسيط فى حدود 2 ∅ 10 عند الزوايا الحاده لمنع تشرخ الـ *Cover*





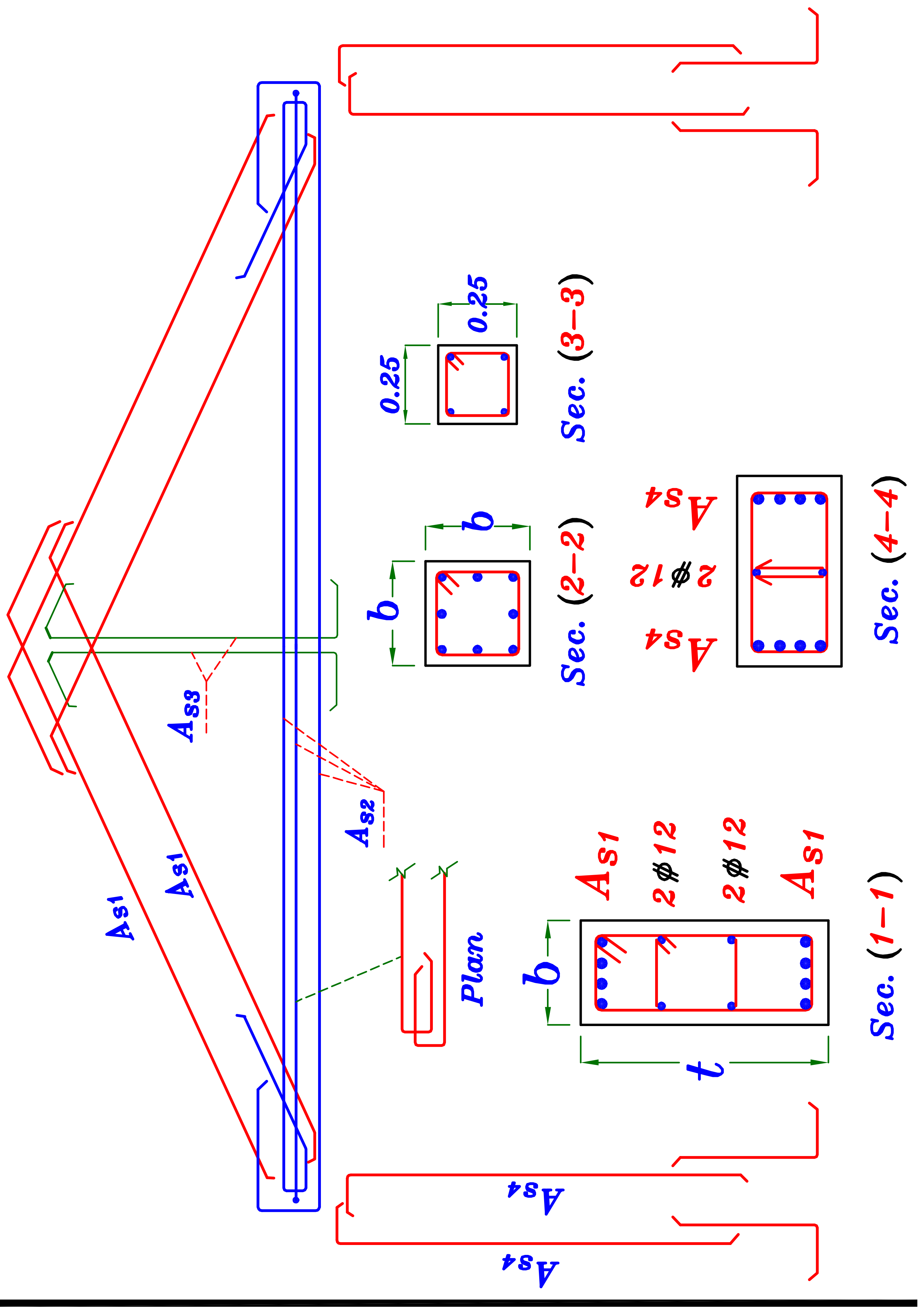
١٢ – يتم وضع الكانات مع تكثيف الكانات اعلى العمود لمقاومه *Splitting Force*





0.6→1.0 m
(10→15) cm
1.0 m
تركيز للكانات
40 ϕ
1.0 m
Plan
As1
As1
As3
As2
Plan
As4
As4
b
t
As1
2 ϕ 12
2 ϕ 12
As1
Sec. (1–1)
b
b
Sec. (2–2)
0.25
0.25
Sec. (3–3)
As4
2 ϕ 12
As4
Sec. (4–4)

RFT. of Triangular Polygon Frame.



As1
As1
As2
As3
Plan
0.25
0.25
Sec. (3-3)
b
b
Sec. (2-2)
As4
2ϕ12
As4
Sec. (4-4)
As1
2ϕ12
2ϕ12
As1
b
t
Sec. (1-1)
As4
As4

Trapezoidal Polygon Frames.

One Way H.B. slab.

Window

Hanger (250x250)

$h = \frac{L}{6 \rightarrow 8}$

t

0.6→1.0 m

2 Beams

One Way H.B. slab.

Tie (bxb)

One Way H.B. slab.

$t_{col.} = \frac{H}{8 \rightarrow 9}$

H

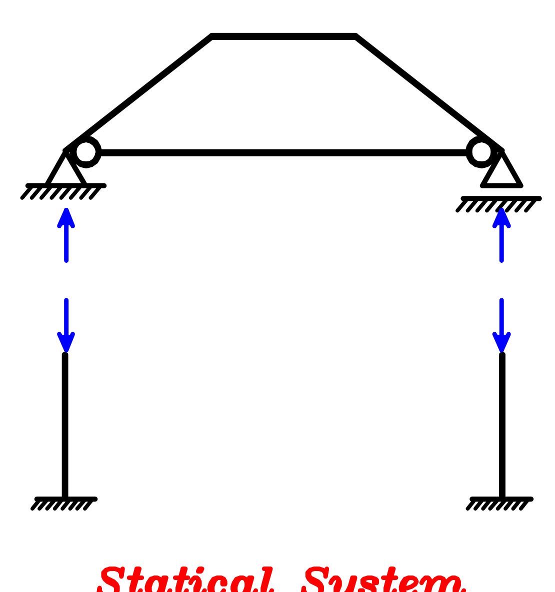
Wall

لا يوجد ترحيل للقواعد

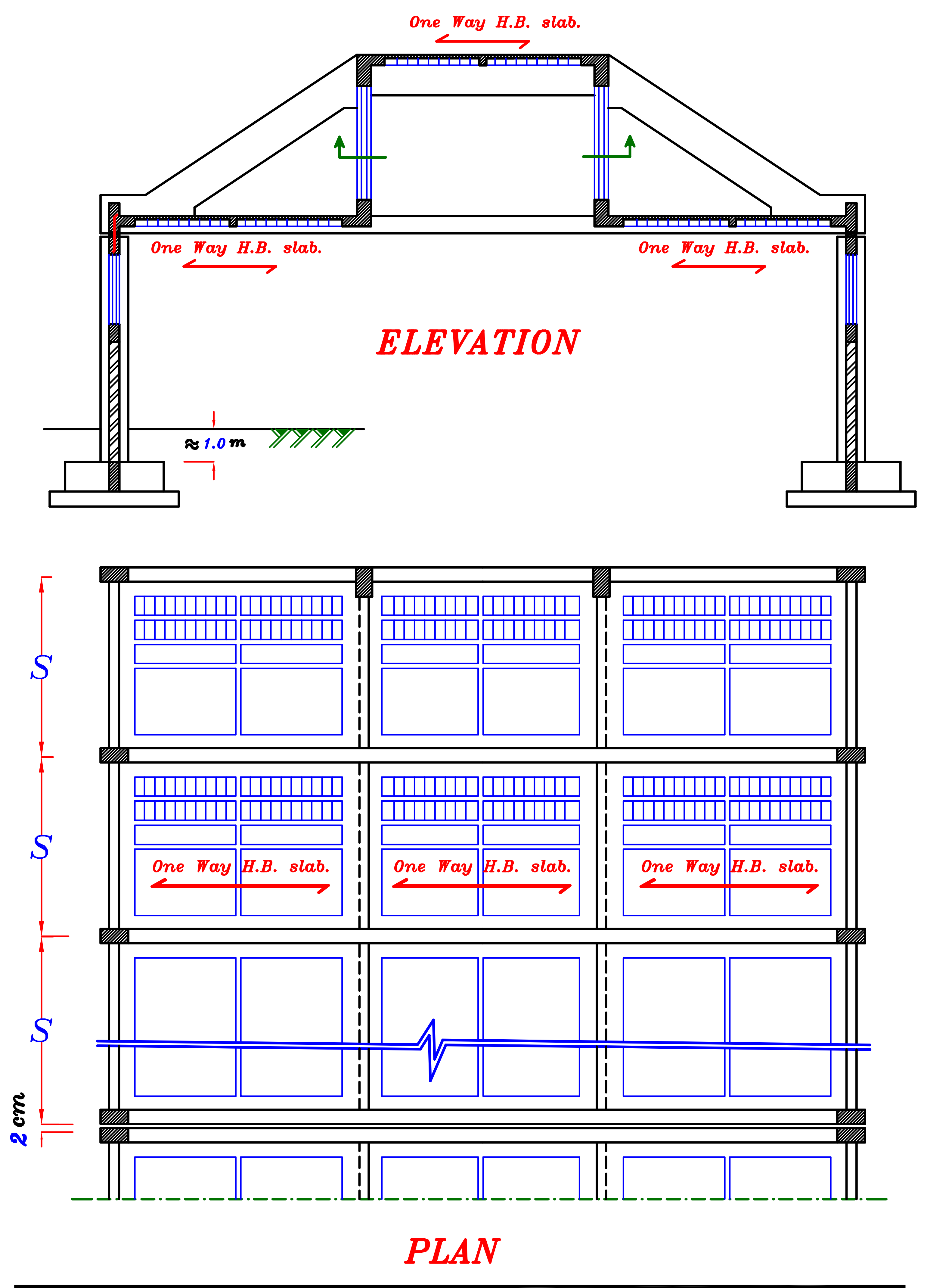
≃ 1.0 m

$L = (12 \rightarrow 24)\ m$

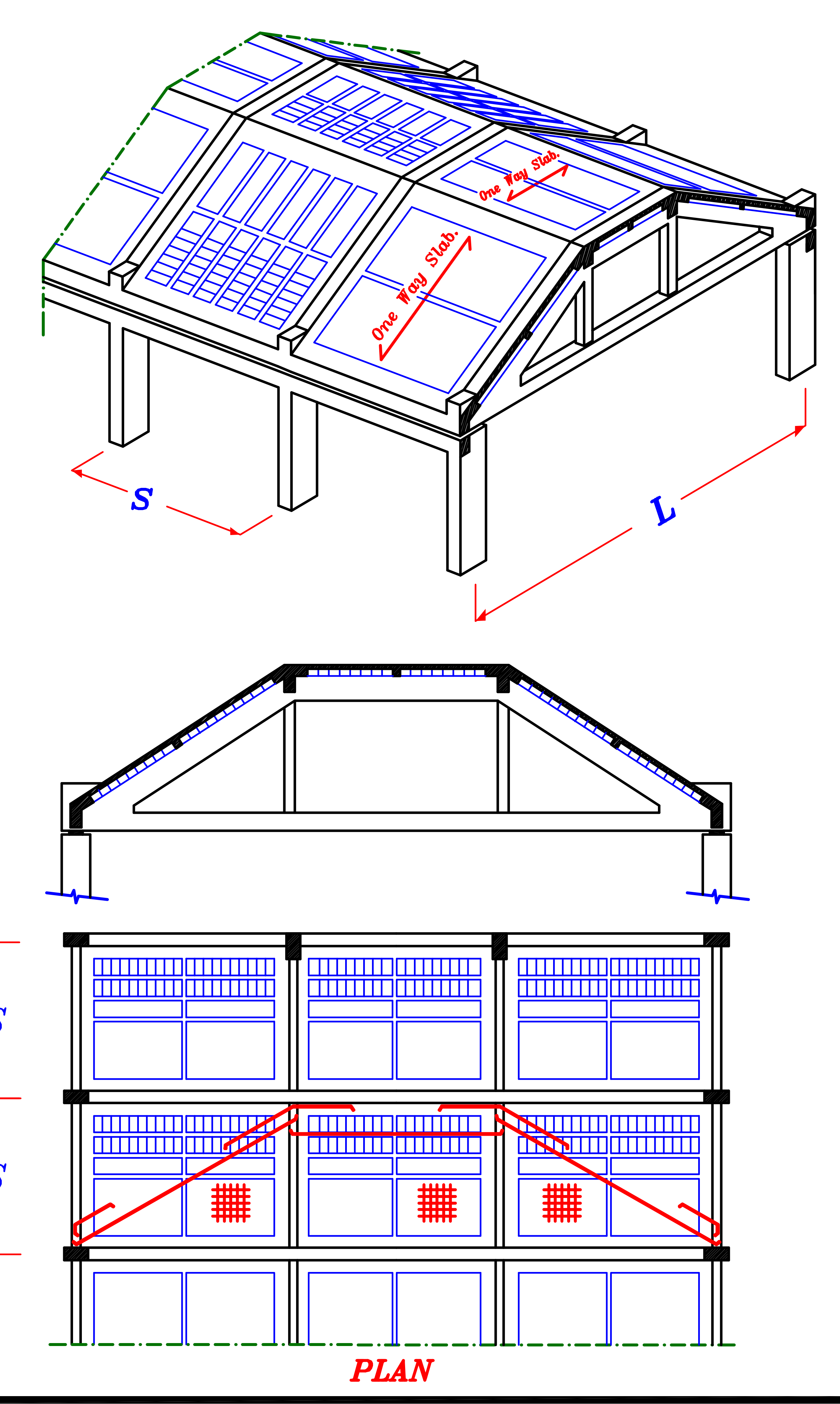
* Span (L) = (12 → 24) m
* Height (h) = $\frac{L}{6 \rightarrow 8}$
* $t_{(Frame)} \simeq \frac{L}{20 \rightarrow 25}$
* $b_{(Frame)} = \left. \begin{array}{l} 0.30\ m \\ \frac{Spacing}{20} \end{array} \right\}$ الأكبر
* Tie (b×b)
* Hanger (250×250)
* $t_{col.} = \frac{H}{8 \rightarrow 9}$ to be safe buckling inside Plan.

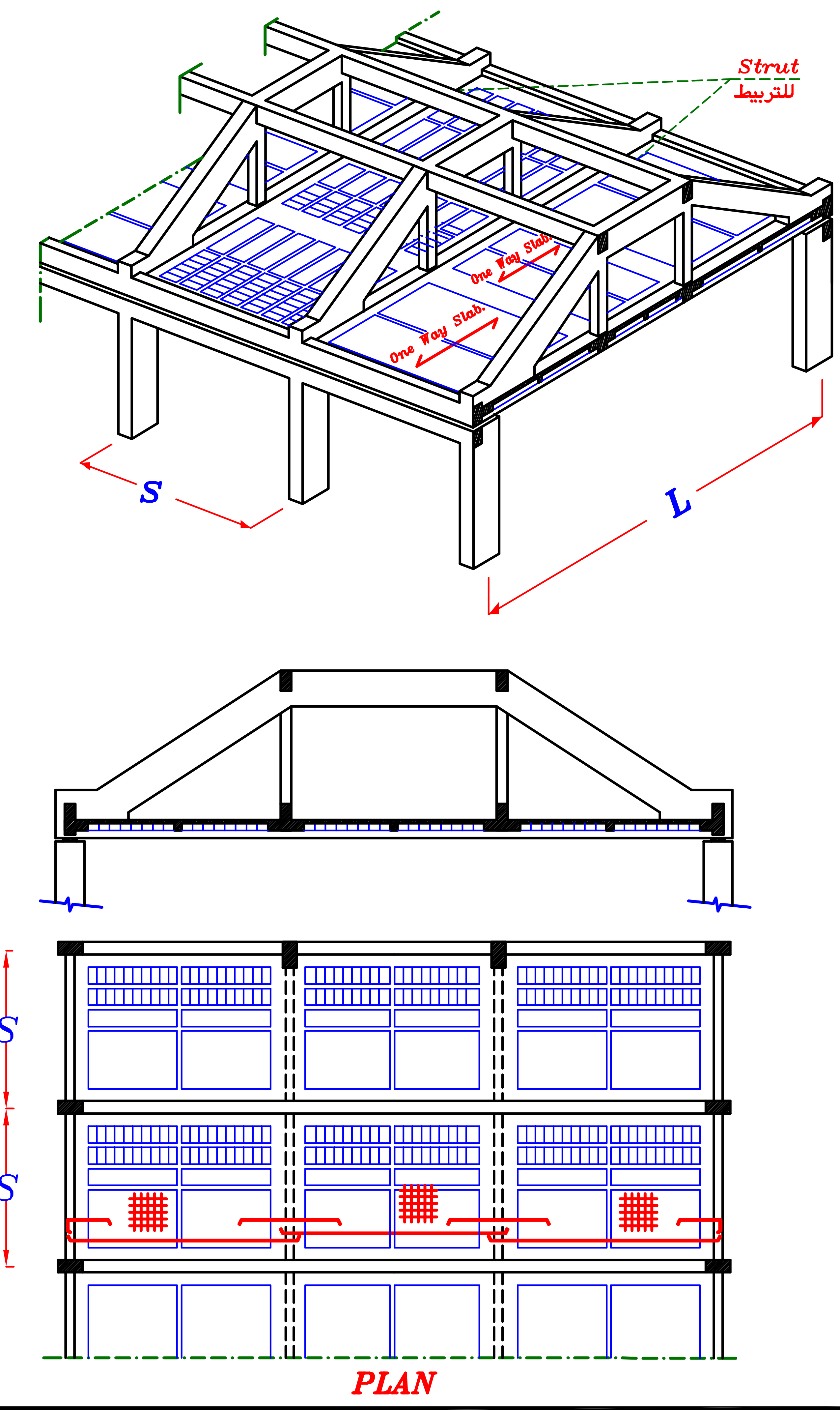


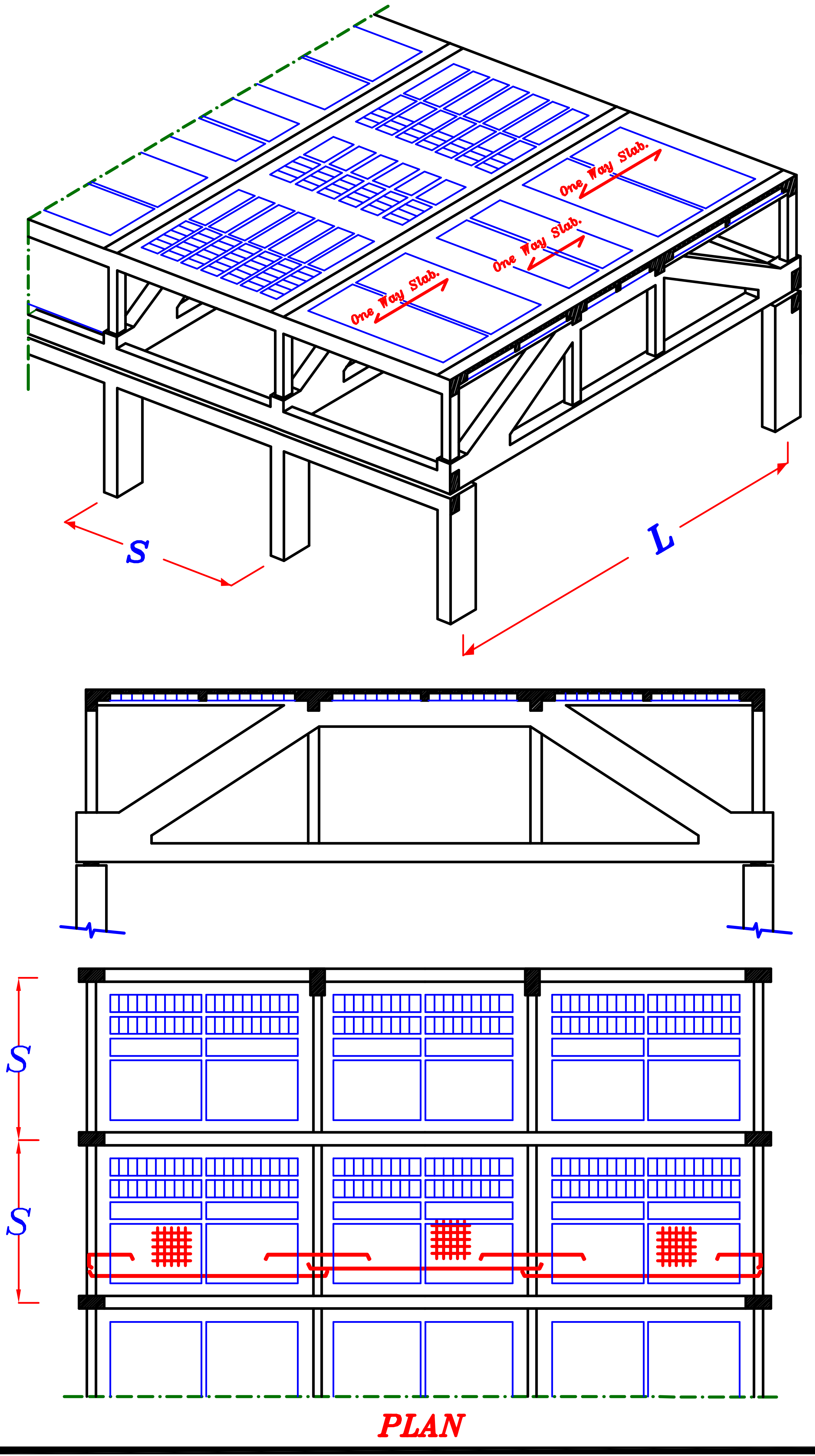
Statical System

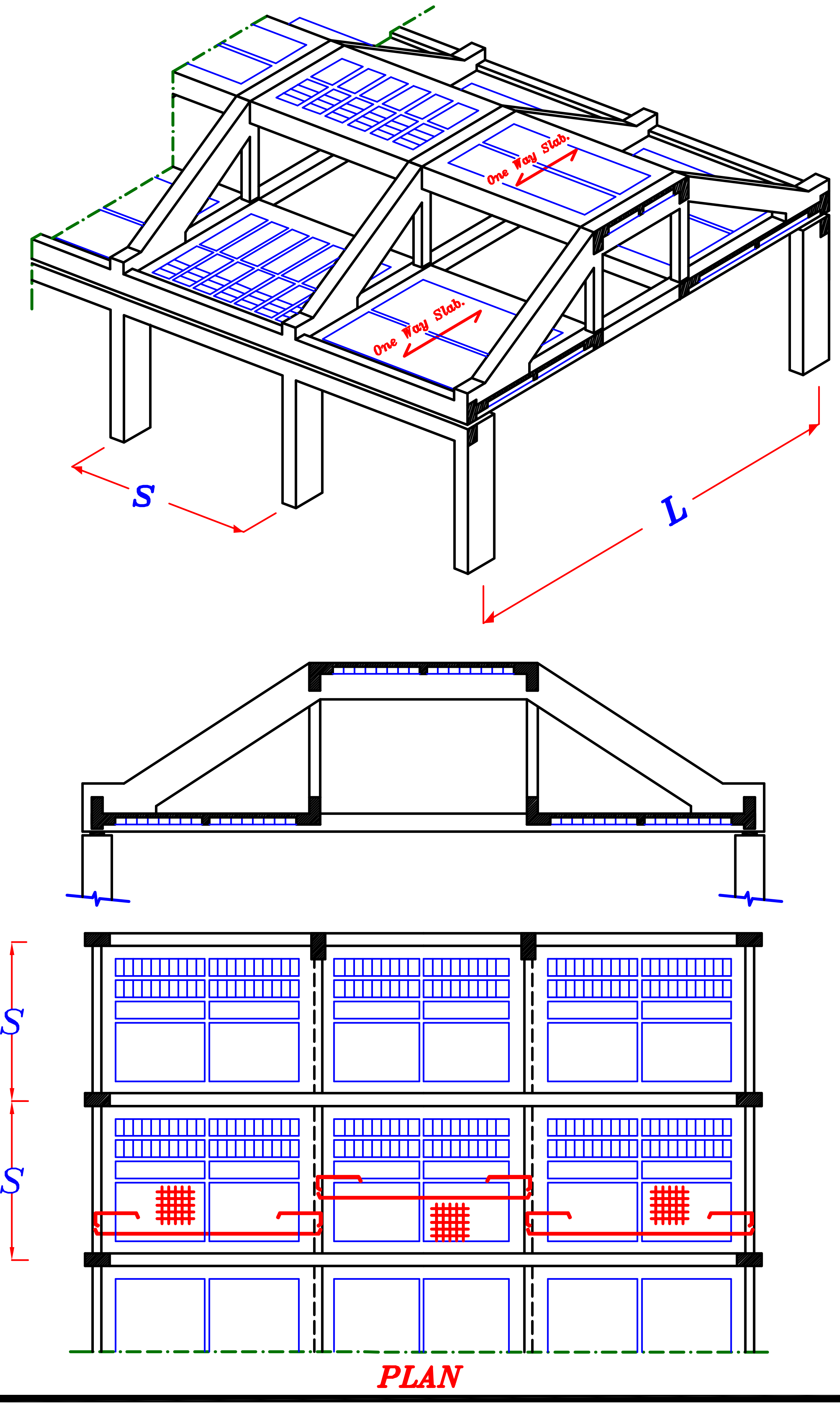

One Way H.B. slab.
One Way H.B. slab.
One Way H.B. slab.
ELEVATION
≈ 1.0 m
S
S
S
2 cm
One Way H.B. slab.
One Way H.B. slab.
One Way H.B. slab.

PLAN


One Way Slab.
One Way Slab.
S
L
S
S
PLAN

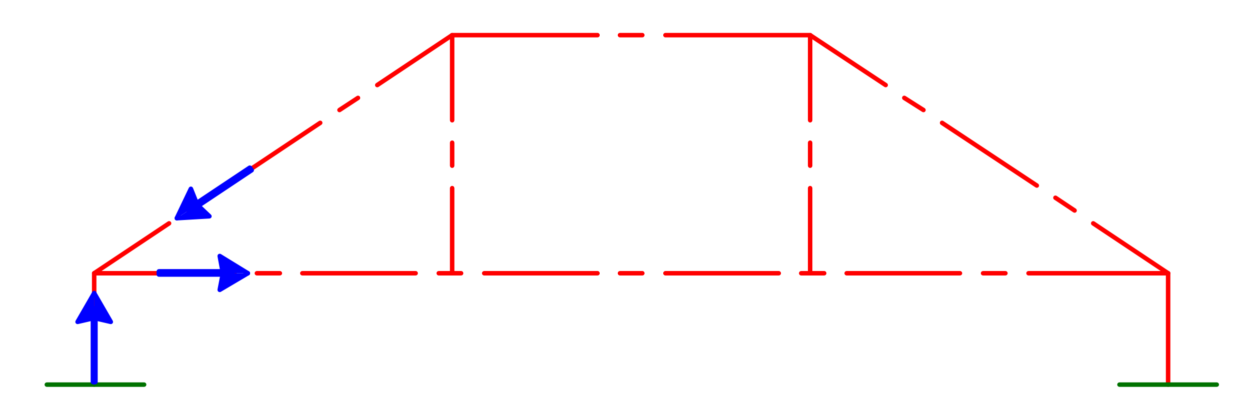

Strut
للتربيط
One Way Slab.
One Way Slab.
S
L
S
S
PLAN


One Way Slab.
One Way Slab.
One Way Slab.
S
L
S
S
PLAN

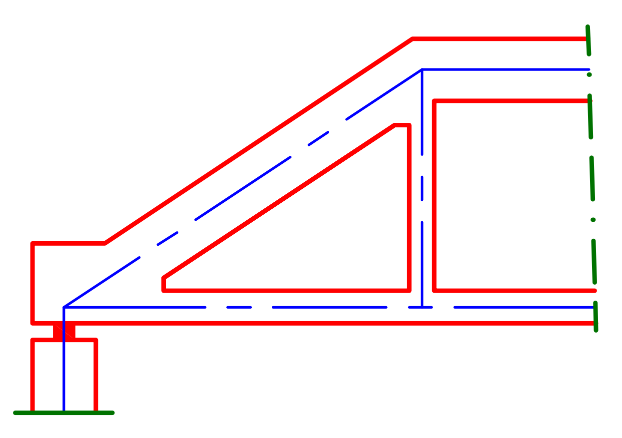

One Way Slab.
One Way Slab.
S
L
S
S
PLAN

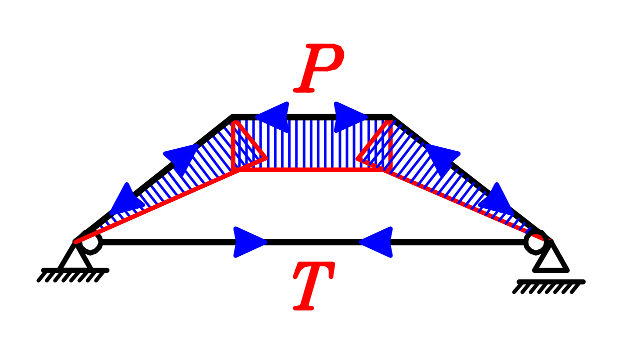
Reinforcement of Trapezoidal Polygon Frame.

١ - نرسم الـ *C.L.* مع مراعاه تقاطع الـ *C.L.* عند الـ *Joints* لضمان الـ *Stability*

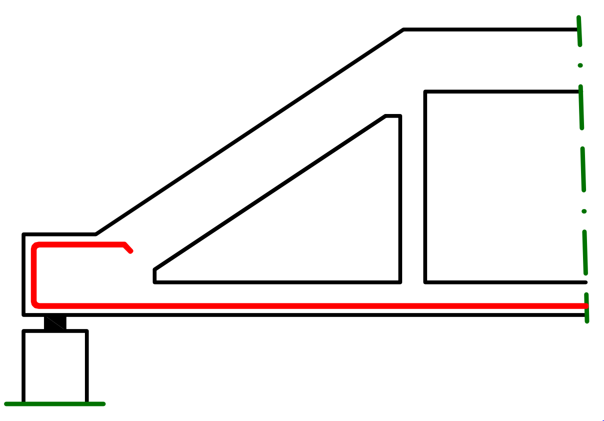


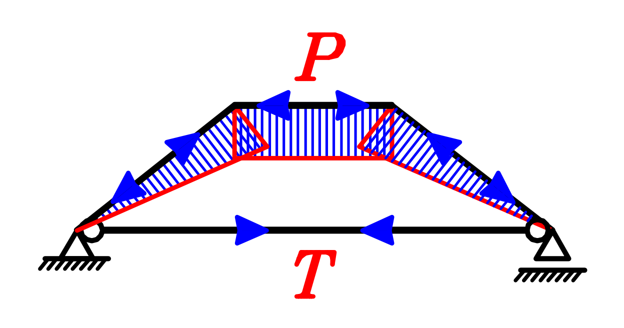
٢ - نرسم الخرسانه حول الـ *C.L.* بتخاناتها



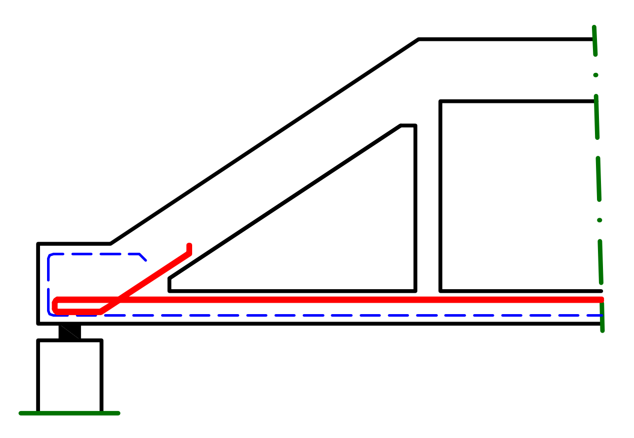


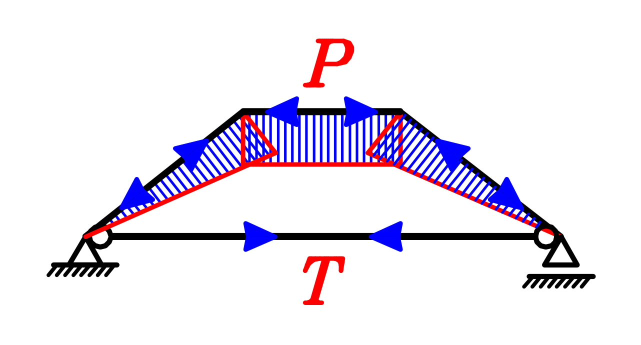
٣ - نرسم التسليح السفلى لـ *Tie* مع مراعاه تكملته فى الدراسه من الاول للاخر



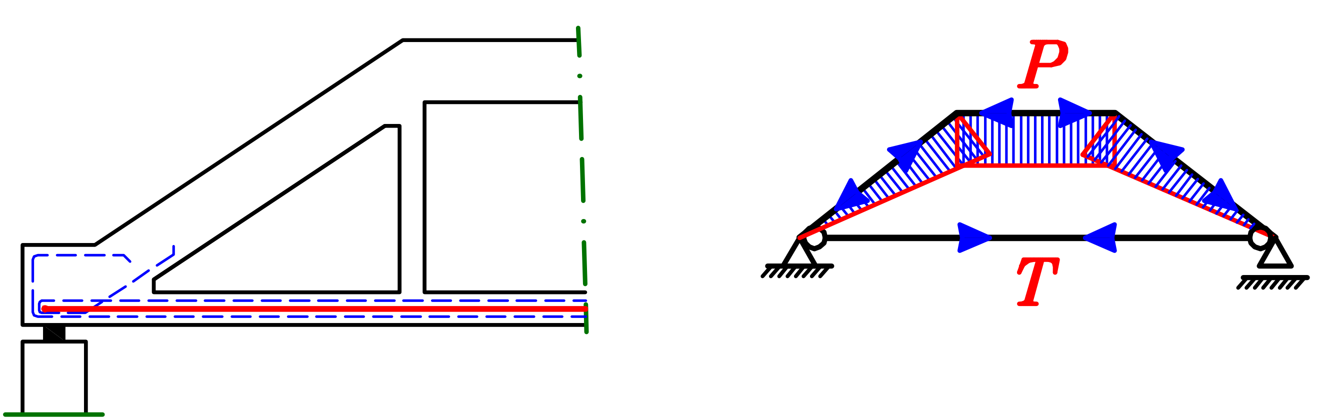


٤ - نرسم التسليح العلوى لـ *Tie* مع مراعاه تكملته فى الدراسه من الاول للاخر

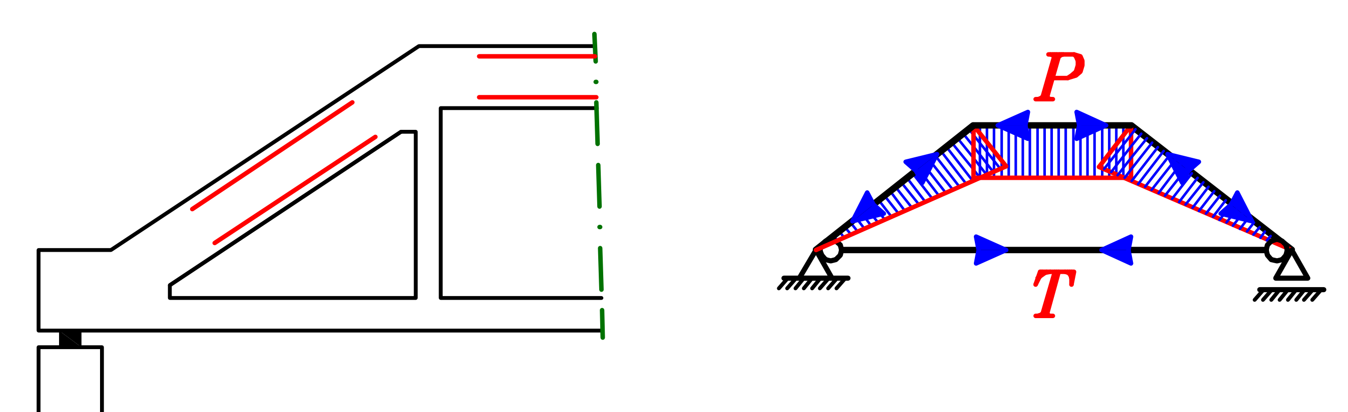




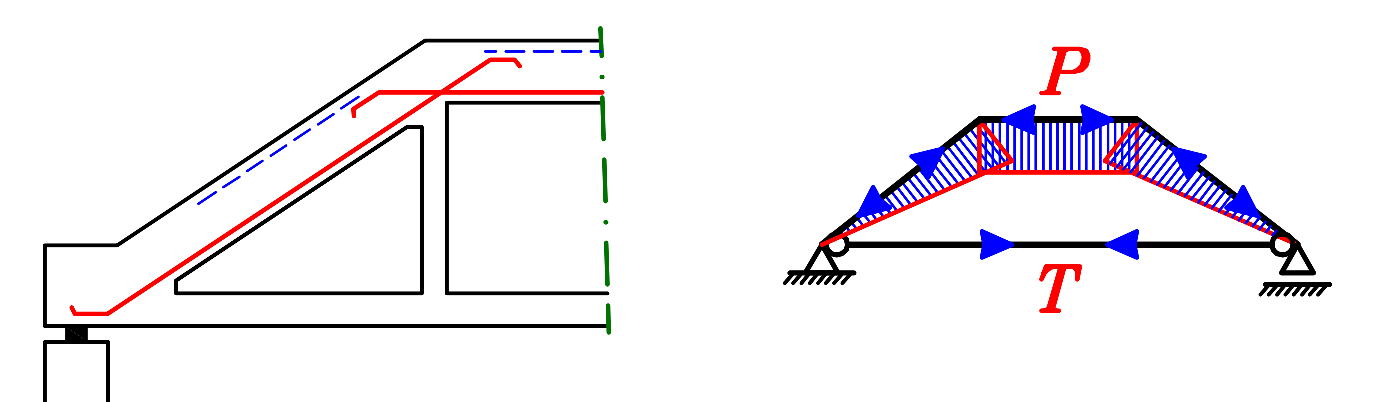
٥ – نرسم التسليح الاوسط لل *Tie* مع مراعاه تكملته فى الدراسه من الاول للاخر



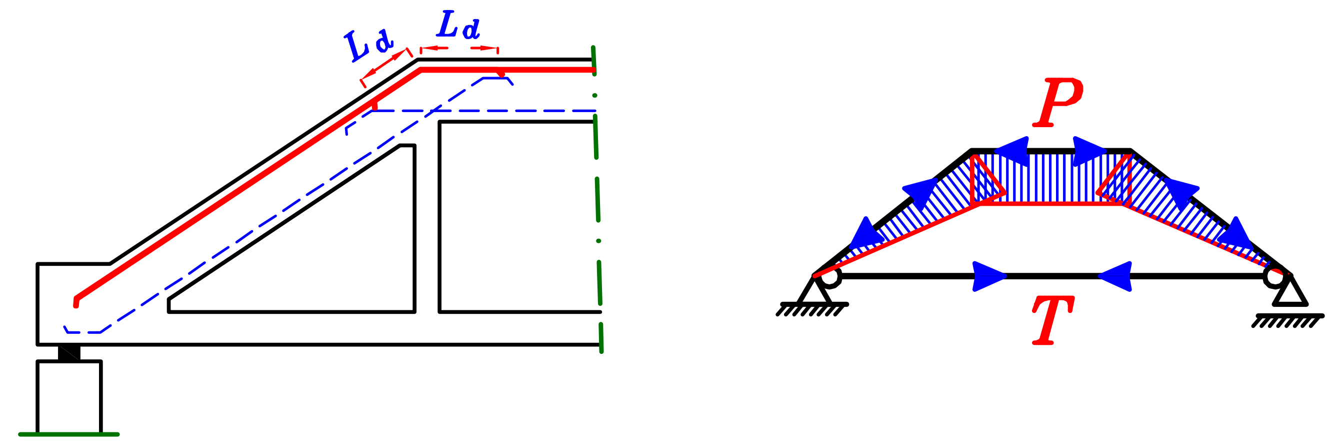
٦ – وضع تسليح ال *Compression members* فى الجهتين



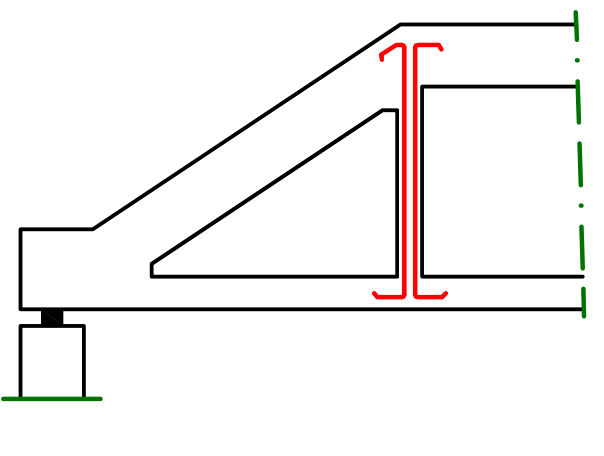
٧ – الحديد السفلى يمتد من الجهتين مسافه $L_d = 60\ \phi$ من الجهتين

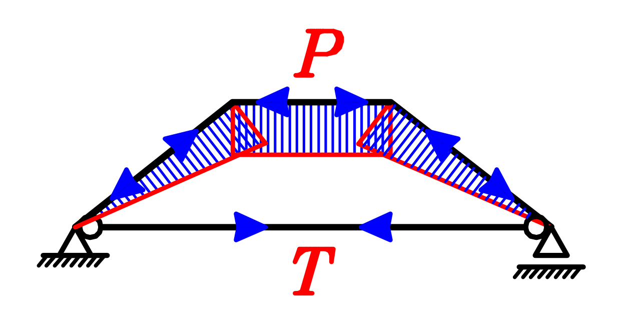


٨ – الحديد العلوى يمتد من الجهتين مسافه $L_d = 40\ \phi$ من الجهتين

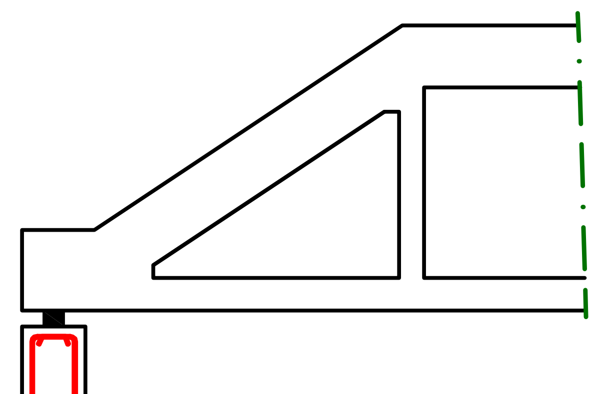


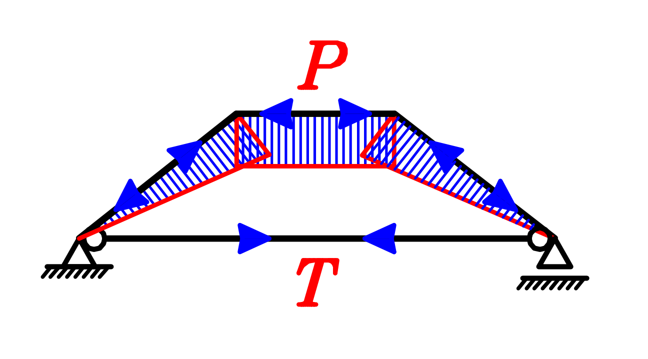
٩ – نضع تسليح الـ *Hanger*



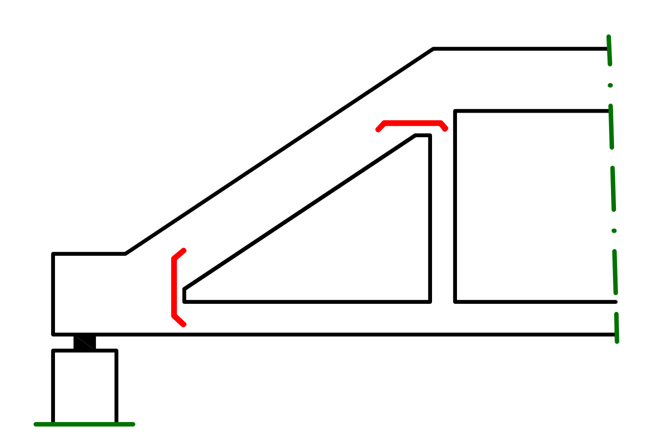


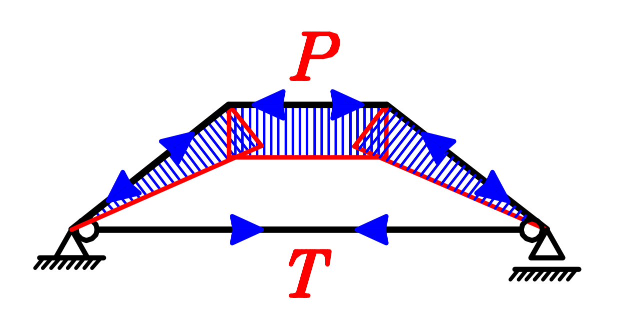
١٠ – نضع تسليح العمود



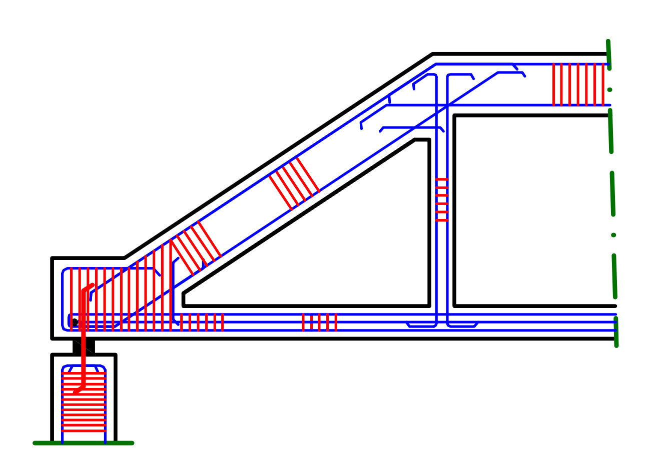


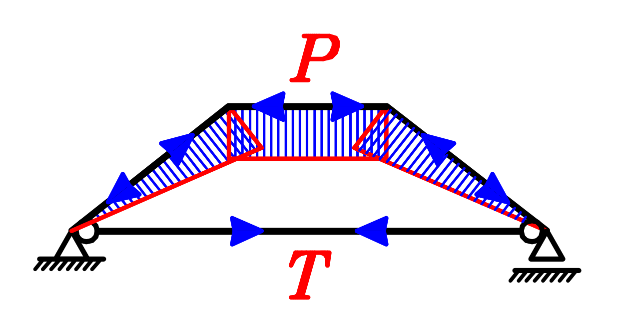
١١ – نضع تسليح بسيط فى حدود 2 ∅ 10 عند الزوايا الحاده لمنع تشرخ الـ *Cover*

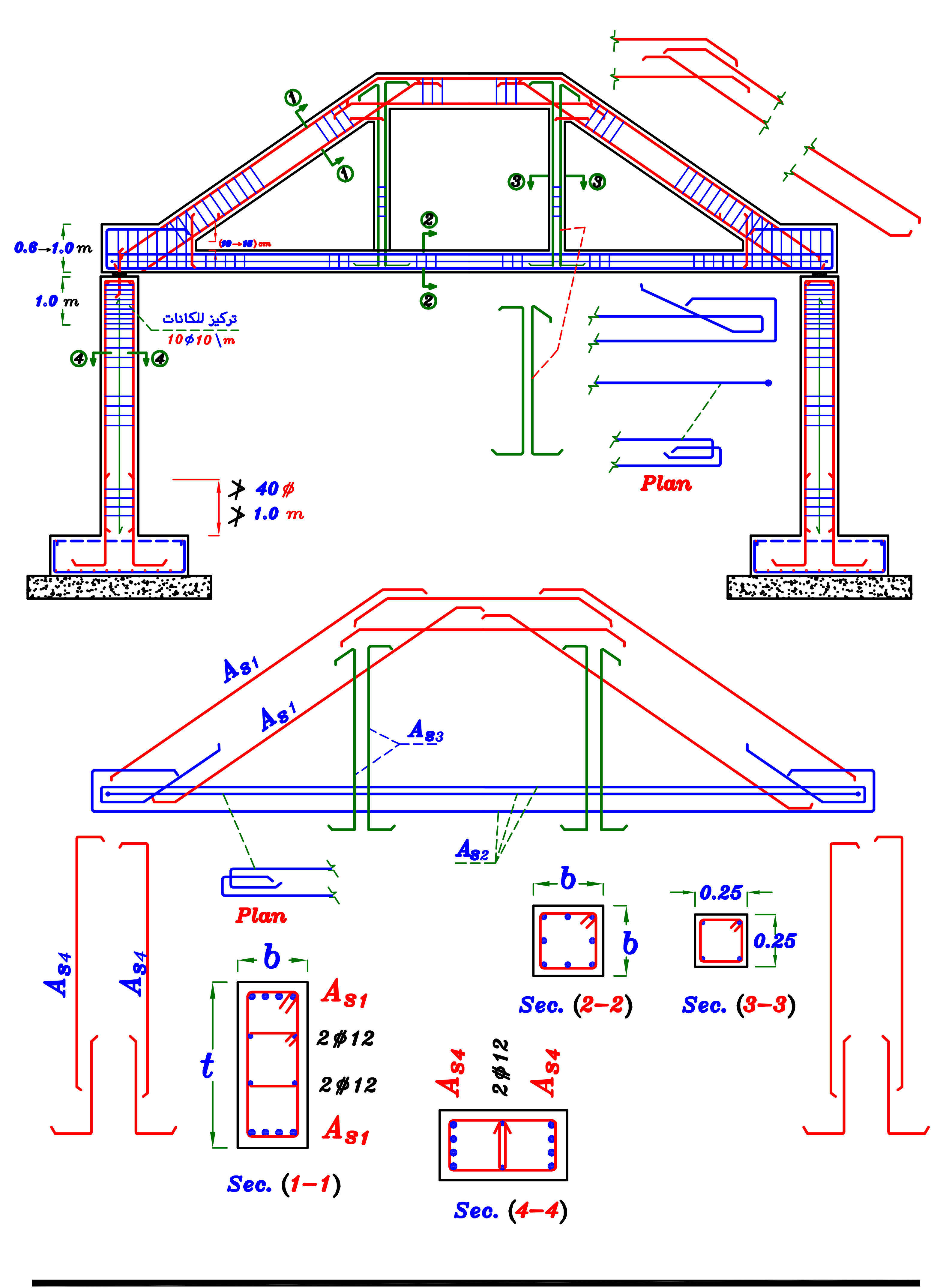




١٢ – يتم وضع الكانات مع تكثيف الكانات اعلى العمود لمقاومه *Splitting Force*

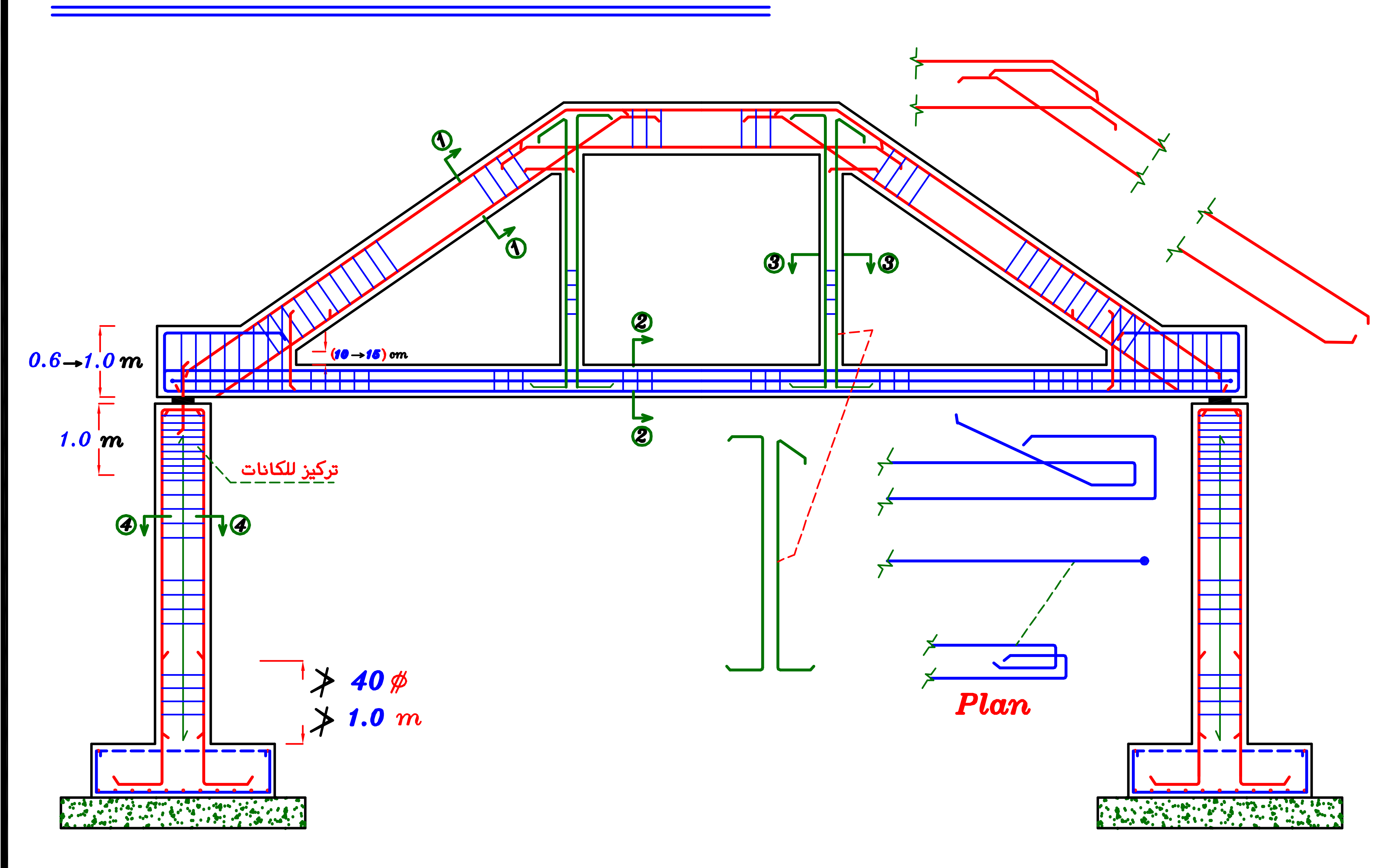


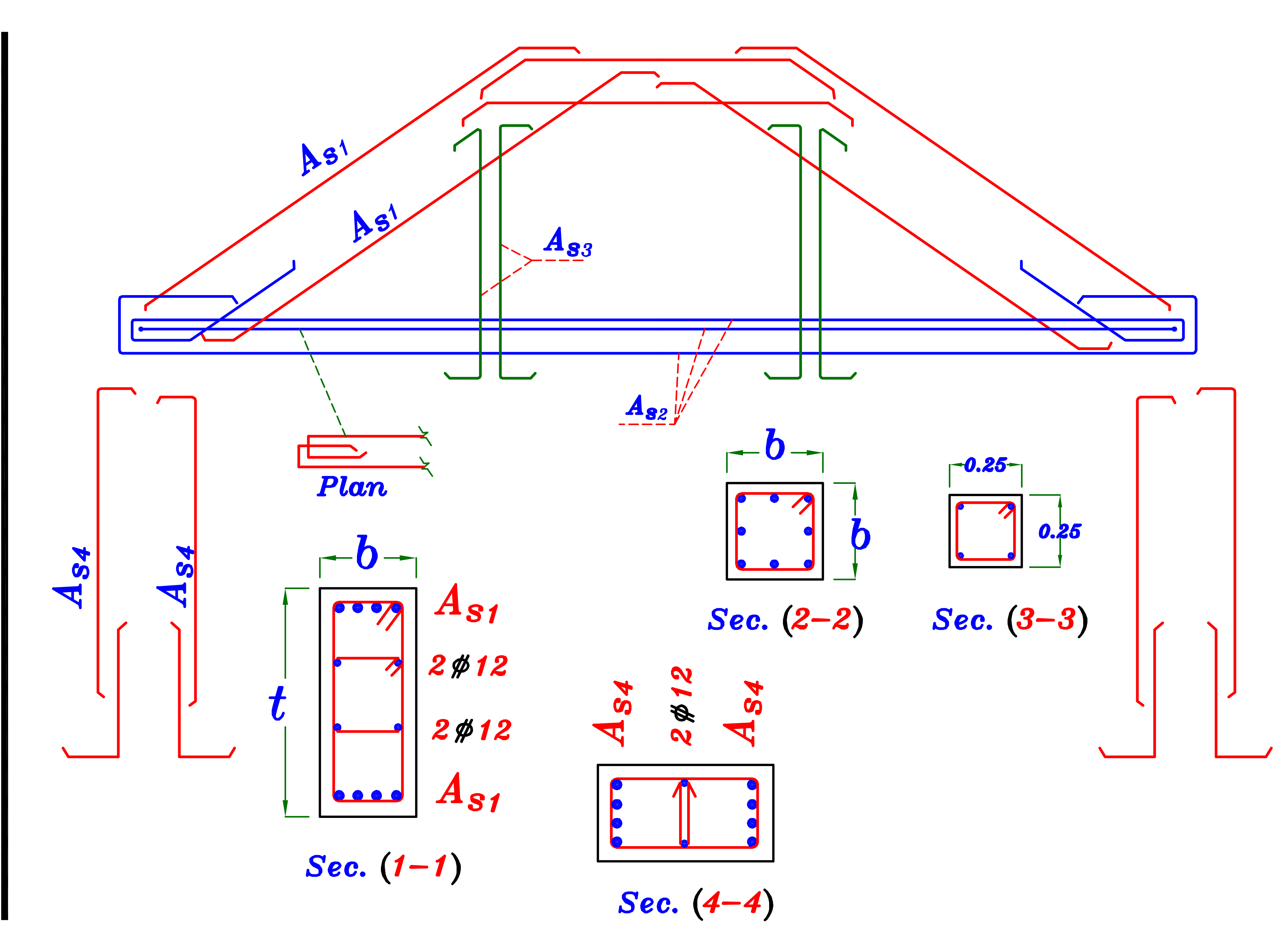




0.6→1.0 m
1.0 m
تركيز للكانات
10 ϕ 10 \m
40 ϕ
1.0 m
Plan
As1
As1
As3
As2
Plan
As4
As4
As4
As4
b
t
As1
2 ϕ 12
2 ϕ 12
As1
Sec. (1–1)
2 ϕ 12
Sec. (4–4)
b
b
Sec. (2–2)
0.25
0.25
Sec. (3–3)

RFT. of Trapezoidal Polygon Frame.





As1
As1
As3
As2
Plan
As4
As4
b
t
As1
2 φ 12
2 φ 12
As1
Sec. (1-1)
b
b
Sec. (2-2)
0.25
0.25
Sec. (3-3)
As4
2 φ 12
As4
Sec. (4-4)

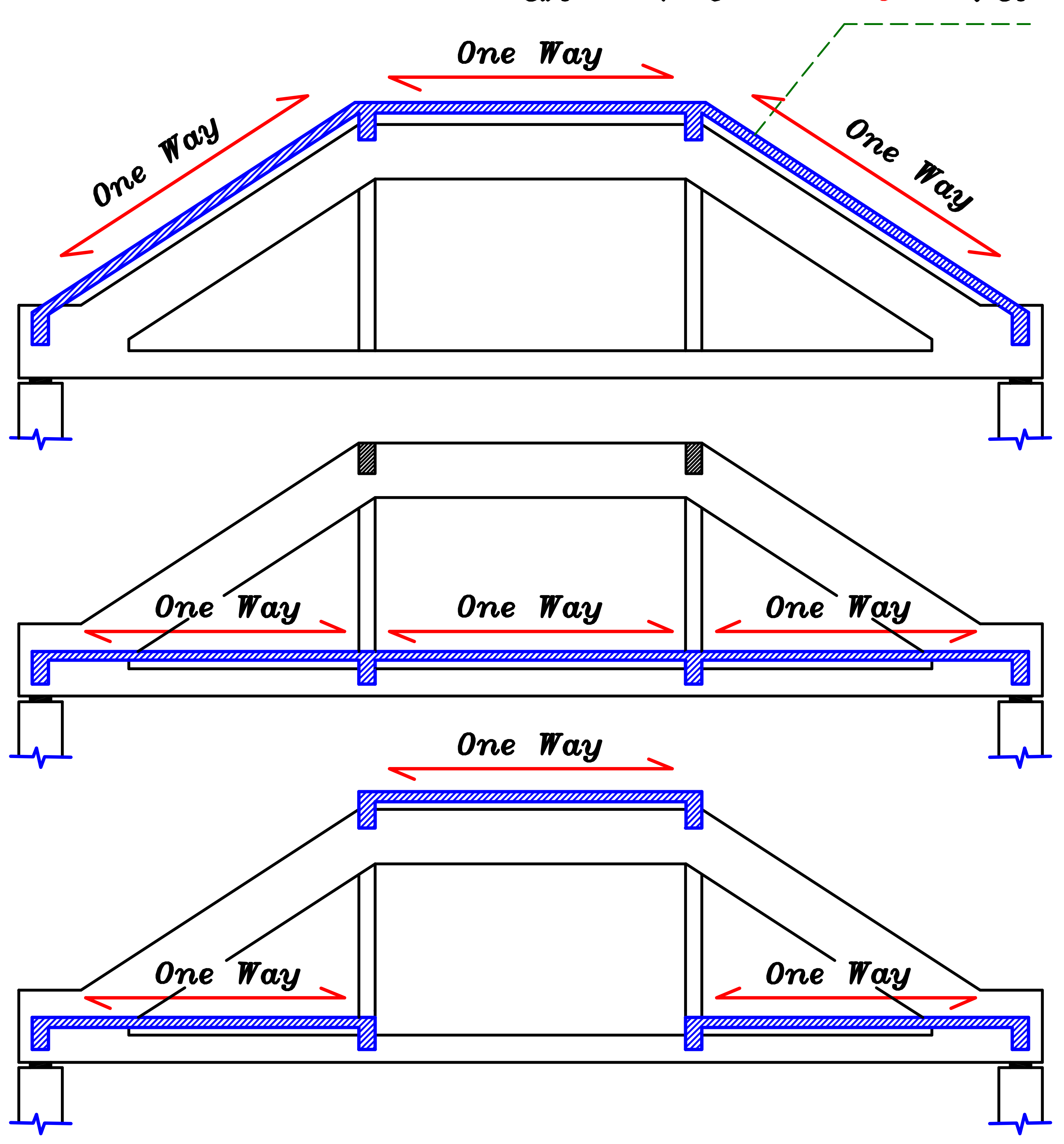
Using Solid Slabs.

اذا كان $F.C. + L.L. > 10\ kN/m^2$ او اذا كان هناك Vibration على المبنى.

لن نستطيع اخذ البلاطه Hollow Blocks فسنضطر اخذ البلاطه Solid Slab

و لكى نضمن ان البلاطه one way نعمل على رفع منسوب البلاطه حوالى ٥ سم عن ال Frame حتى تكون محموله على الكمرتين الجانبيتين .

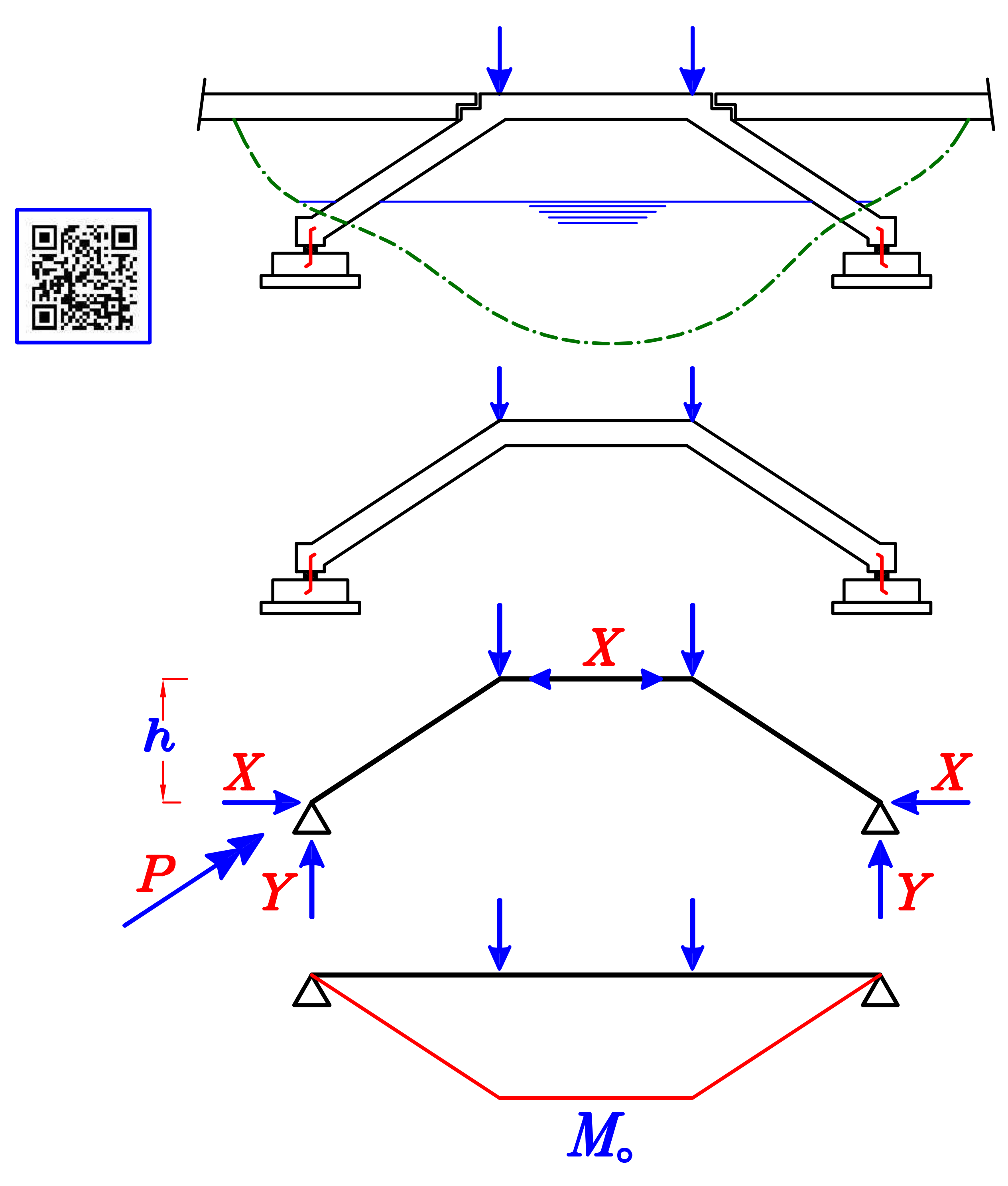
البلاطه مرفوعه عن ال Frame
حتى نضمن عدم تحميلها على ال Frame
فتكون بلاطة One Way فى اتجاه الكمرتين فقط



Two Hinged Polygon Frames.

ممكن وضع ال polygon Frame موضوع على القواعد مباشره و فى هذه الحاله

نضع ال polygon Frame على قاعدتين Hinged و بالطبع لن نحتاج ل Tie



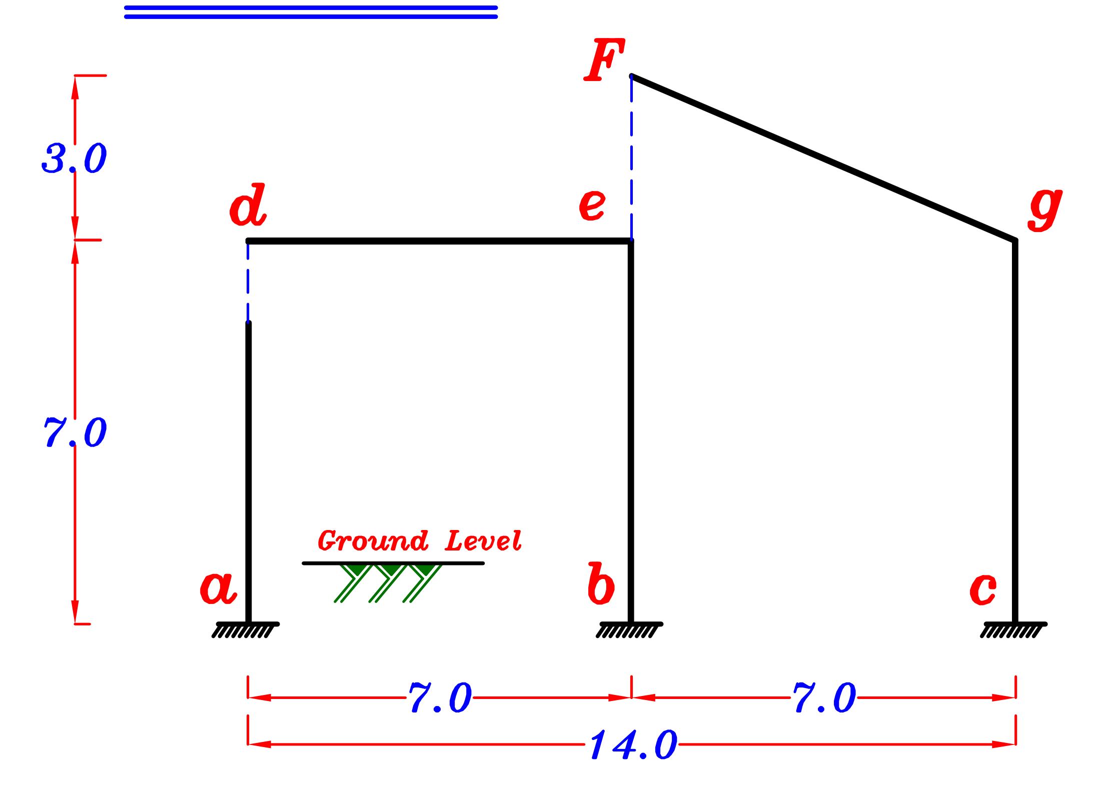
$$Y = \frac{\sum Load}{2}$$

$$X = \frac{M_o}{h}$$

$$P = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

Design the polygon Frame on Compression P

Example.



The shown layout For a system covering an area (14 * 30m) .
Windows are placed along eF
Exterior and Interior columns are placed every 6.0 m in the longitudinal direction.
Walls of thickness 25 cm are constructed along the perimeter of the main hall between the external columns.

Design Data :

* $F_{cu} = 25$ N\mm² * $F_y = 360$ N\mm²
* Total loads (D.L.+L.L.) of the HL. slab. 6.0 kN\m² H.P.

Required :

1 - Without any calculations, but with reasonably assumed concrete Dim. Draw a Cross sec. elev. scale (1:50) Showing all concrete elements .

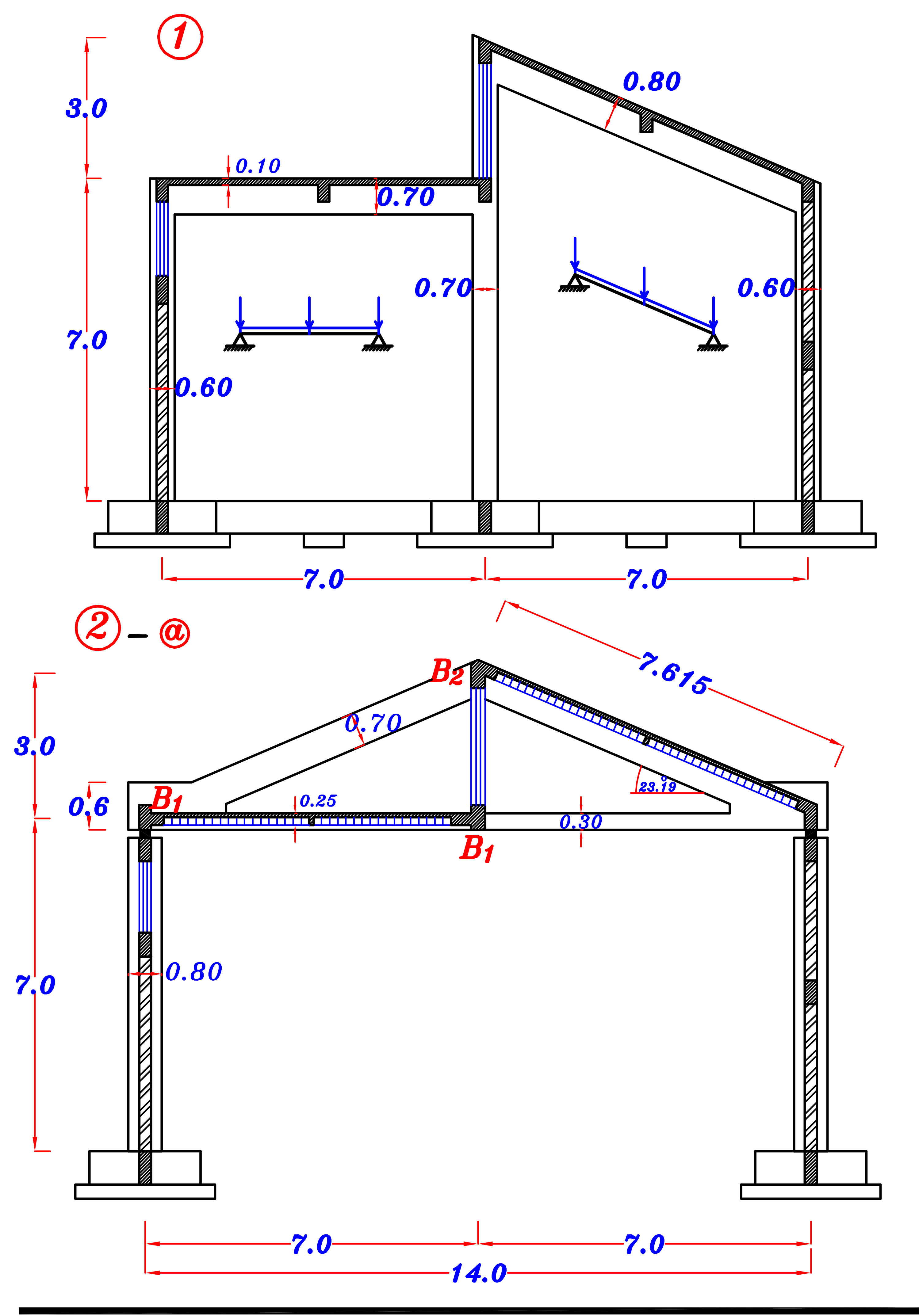
2 - IF columns b e is removed From the inside of the hall, & it is allowed to place any structural member between e g It is Required :

a - Suggest a convenient statical supporting systems For the given roof and Draw a Sec. elevation showing all concrete elements For your proposals scale (1:100)

b - Design the slabs and draw details of RFT. in plan.

c - Design the main supporting element, and Draw a sectional elevation to show the Details of Reinforcement For the main supporting element.

3 - IF columns b e is removed From the inside of the hall, & it is NOT allowed to place any structural member between e g It is Required: Suggest Two convenient statical supporting systems For the given roof and Draw a Sec. elevation showing all concrete elements For your proposals to scale (1:100) and Draw their Statical systems.


1
3.0
7.0
0.10
0.70
0.80
0.70
0.60
0.60
7.0
7.0
2 – @
B2
7.615
3.0
0.70
0.6
B1
0.25
23.19
0.30
B1
7.0
0.80
7.0
7.0
14.0

② – ⓑ Design the slabs.

① Loads From Slabs. (Use one way H.B. slab at beam direction)

$$t = \frac{7615}{20} = 380.7\ mm$$

$t = 300\ mm$ $t_s = 50\ mm$ $h = 250\ mm$

$\because\ w_{total} = 6.0\ kN\backslash m^2$ H.P. ----- As given in data

$\therefore\ w_{total_{U.L.}} = 1.5 * 6.0 = 9.0\ kN\backslash m^2$ H.P.

H.B. Slab. Horizontal.

$$w_{rib\,h} = w_{total} * S = 9.0 * 0.5 = 4.5\ kN\backslash(0.5*1.0m^2)$$

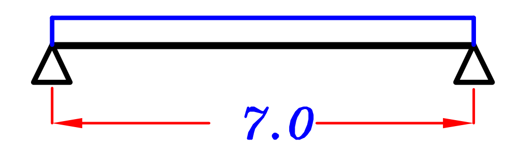
$$w_{rib\,i} = w_{total} * S * Cos\,\theta$$

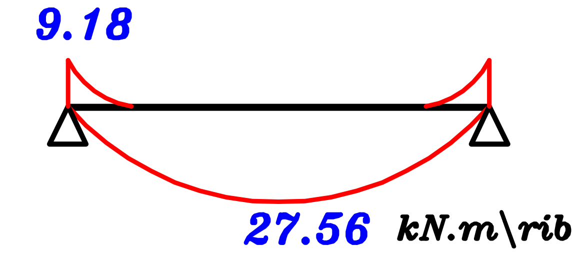
$$= 9.0 * 0.5 * Cos\ 23.19^{\circ} = 4.13\ kN\backslash(0.5*1.0m^2)$$

② – ⓑ

Strip ①

$M = 27.56\ kN.m\backslash rib$





$d = t - 30\ mm = 300 - 30 = 270\ mm$

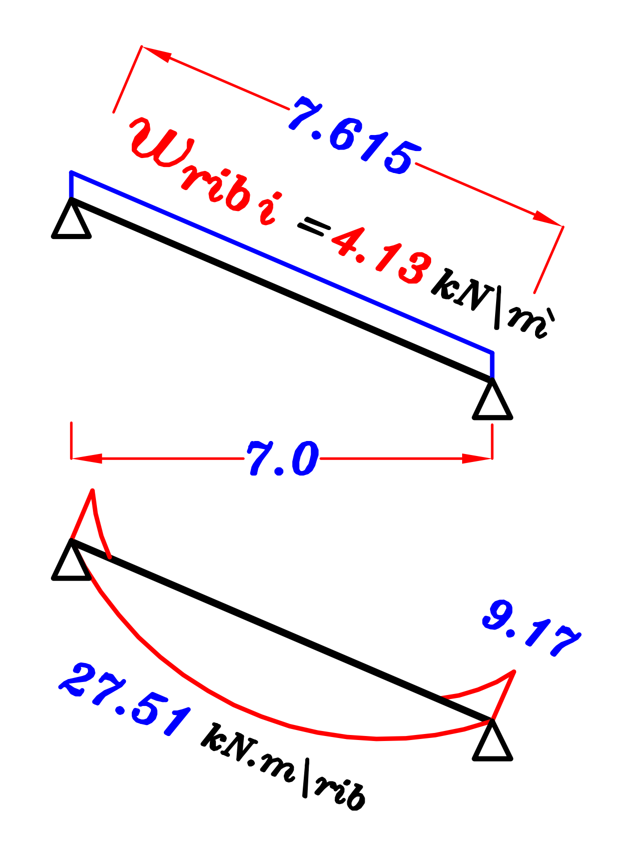
$$\therefore\ 270 = C_1 \sqrt{\frac{27.56 * 10^6}{25 * 500}} \rightarrow C_1 = 5.75 \rightarrow J = 0.826$$

$$A_s = \frac{M}{J\ F_y d} = \frac{27.56 * 10^6}{0.826 * 360 * 270} = 343.2\ mm^2 \backslash rib$$

$2\phi16 \backslash rib$

Strip ②

$M = 27.51\ kN.m \backslash rib$



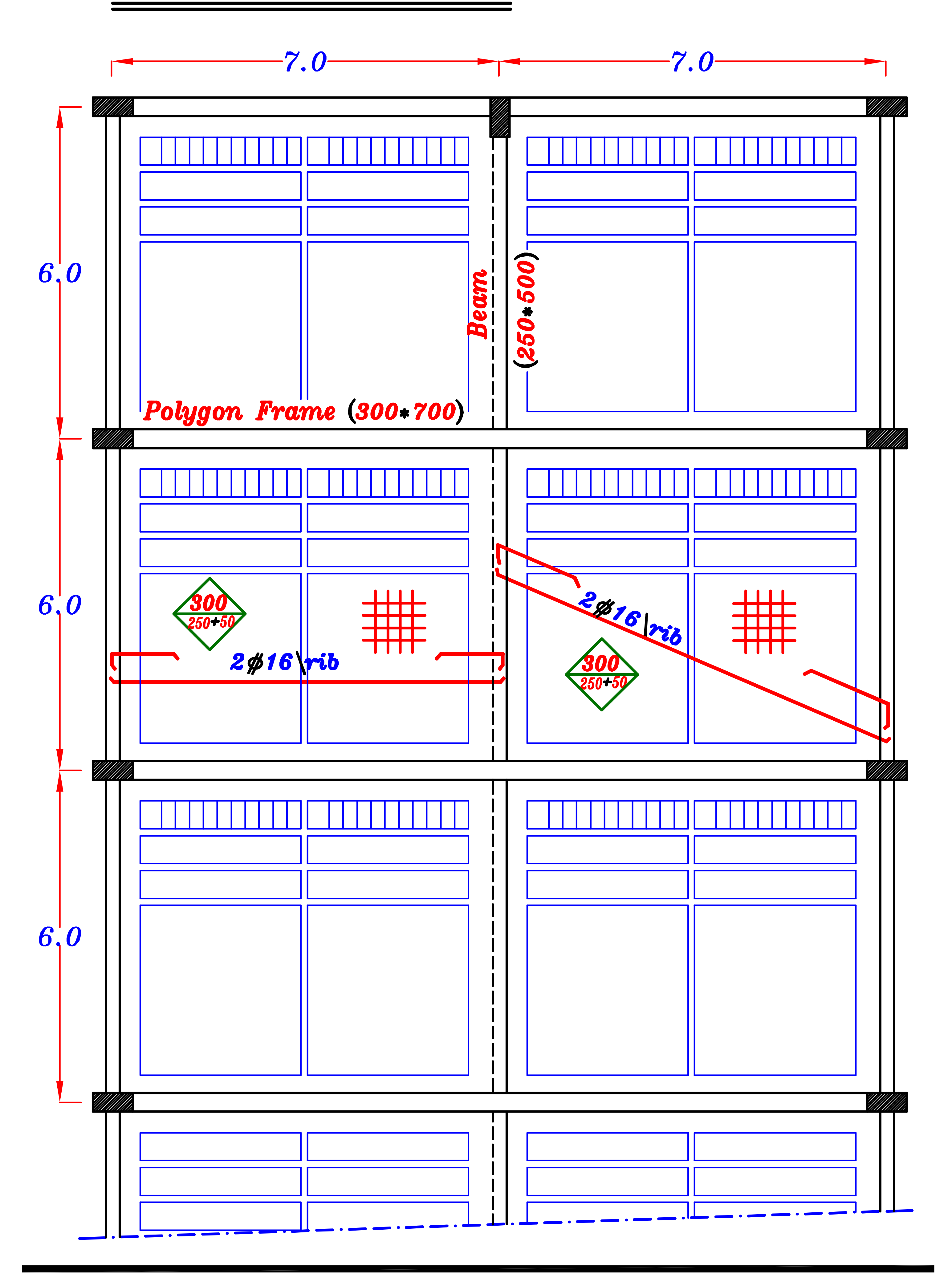
$d = t - 30\ mm = 300 - 30 = 270\ mm$

$$\therefore\ 270 = C_1 \sqrt{\frac{27.51 * 10^6}{25 * 500}} \rightarrow C_1 = 5.75 \rightarrow J = 0.826$$

$$A_s = \frac{M}{J\ F_y\ d} = \frac{27.51 * 10^6}{0.826 * 360 * 270} = 342.6\ mm^2 \backslash rib$$

$2\phi16 \backslash rib$

RFT. of the slab.





Loads on Beams.

B_1

$$w_a = o.w.(beam) + \left(\frac{w_{rib\,h}}{S}\right)\frac{L_s}{2} = 3.0 * 1.4 + \left(\frac{4.50}{0.5}\right) * \frac{7.0}{2.0} = 35.7 \text{ kN\m}$$

$$R_1 = w_a * Spacing = 35.7 * 6.0 = 214.2 \text{ kN}$$

$$\boxed{R_1 = 214.2 \text{ kN}}$$

B_2

$$w_a = o.w.(beam) + \left(\frac{w_{rib\,i}}{S}\right)\frac{L_s}{2} = 3.0 * 1.4 + \left(\frac{4.13}{0.5}\right) * \frac{7.615}{2.0} = 35.65 \text{ kN\m}$$

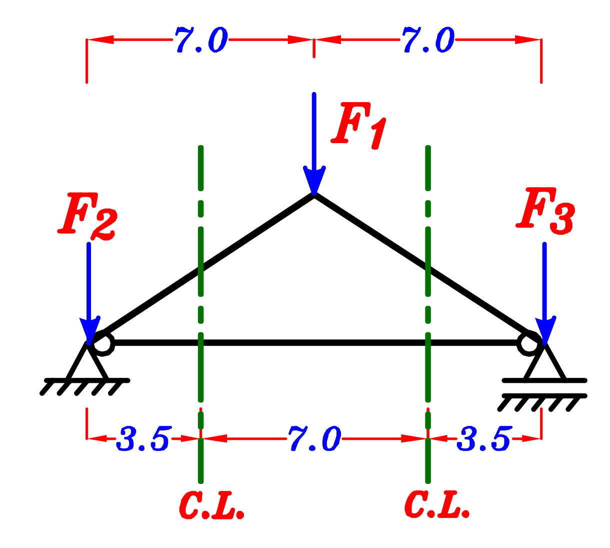
$$R_2 = w_a * Spacing = 35.65 * 6.0 = 213.9 \text{ kN}$$

$$\boxed{R_2 = 213.9 \text{ kN}}$$

Loads on Frame.

$$a_1 = 7.0 \text{ m} \quad , \quad a_2 = 3.5 \text{ m}$$

Take $o.w.(Frame) = 12.0$ kN\m` (U.L.)



$$F_1 = R_1 + R_2 + O.W.(Frame) * a_1 = 214.2 + 213.9 + 12.0\,(7.0) = 512.1 \text{ kN}$$

$$F_2 = R_1 + O.W.(Frame) * a_2 = 214.2 + 12.0\,(3.50) = 256.2 \text{ kN}$$

$$F_3 = R_2 + O.W.(Frame) * a_2 = 213.9 + 12.0\,(3.50) = 255.9 \text{ kN}$$

(+ 10.00)

0.70

h

(+ 7.00)

0.30

0.70

h

0.30

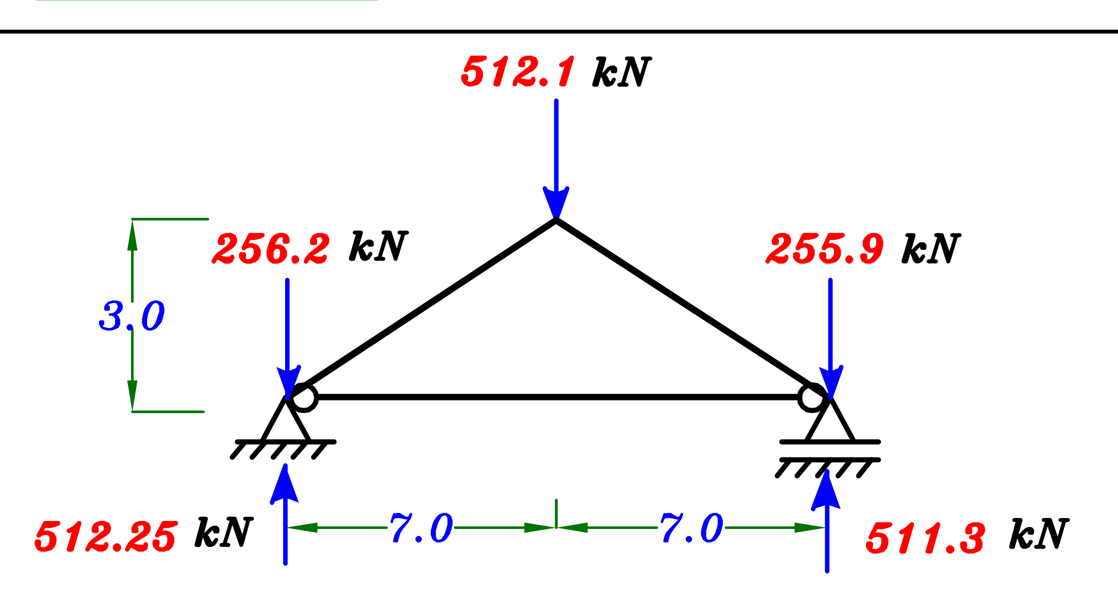
المفروض عند حساب قيمه h أن تحسب من C.L. الـ Frame الى C.L. الـ Tie

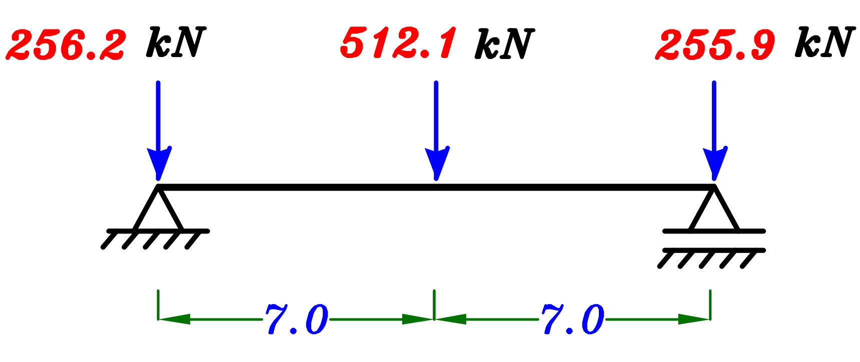
$$h = \text{Level difference} - \frac{t}{2} + \frac{b}{2}$$

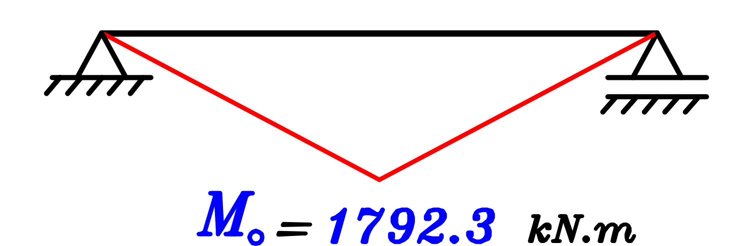
$$h = 3.0 - \frac{0.7}{2} + \frac{0.3}{2} = 2.80\ m$$

و لكن للتسهيل سنأخذ قيمه h هى فرق المنسوب مباشره

Take $\boxed{h = 3.0\ m}$





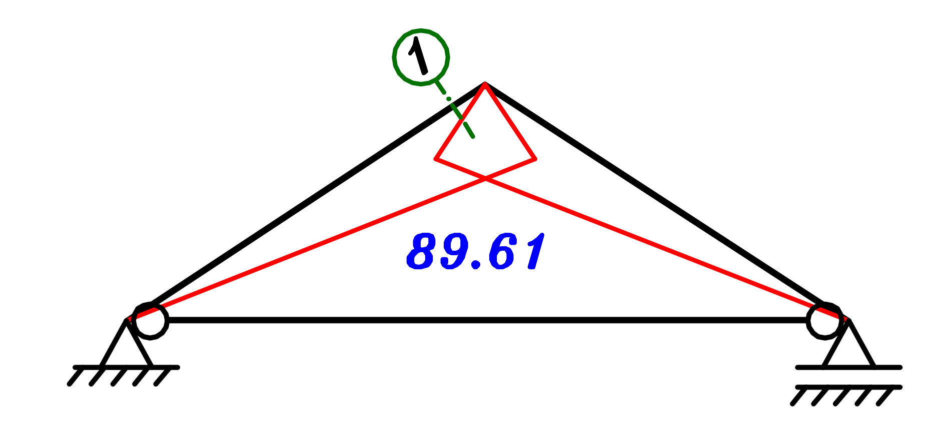


$M_o = 1792.3$ kN.m

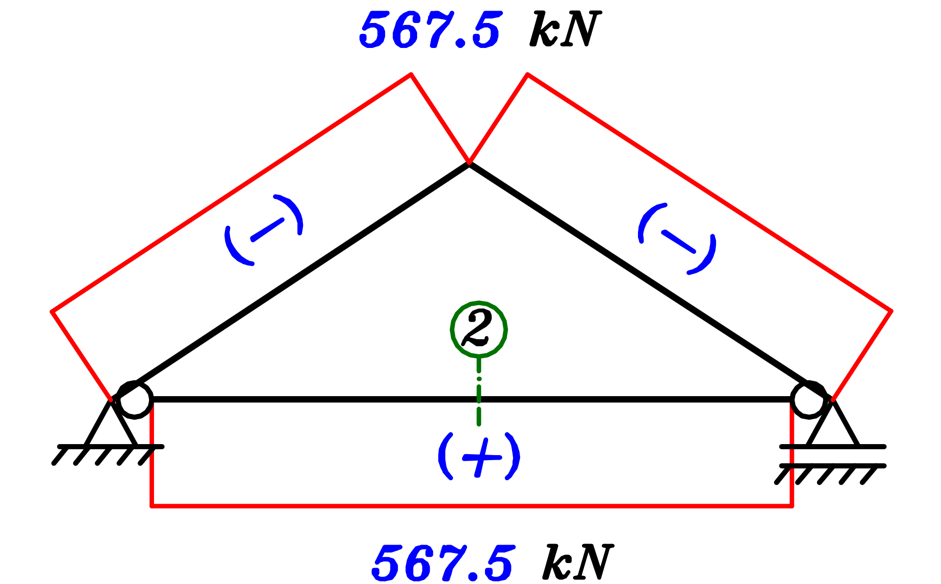
$$P = T = 0.95 \frac{M_o}{h} = 0.95 * \frac{1792.3}{3.0} = 567.5 \text{ kN}$$

$$M = 0.05\, M_o = 0.05\,(1792.3) = 89.61 \text{ kN.m}$$

B.M.D.



N.F.D.



Sec. ① Neglect Effect of Buckling.

$b = 0.30\ m \quad , \quad t = 0.7\ m$

$$P = 0.95\ \frac{M_o}{h} = 0.95 * \frac{1792.3}{3.0} = 567.5\ kN$$

$$M = 0.05\ M_o = 0.05\ (1792.3) = 89.61\ kN.m$$

$$e = \frac{M}{P} = \frac{89.61}{567.5} = 0.157\ m$$

$$\therefore \frac{e}{t} = \frac{0.157}{0.70} = 0.224\ m < 0.5 \xrightarrow{use} I.D.$$

$$\zeta = \frac{0.7-0.1}{0.7} = 0.85 = 0.80 \xrightarrow{use} \text{ECCS Design Aids Page } 4-24$$

$$\frac{P_U}{F_{cu}\ b\ t} = \frac{567.5 * 10^3}{25 * 300 * 700} = 0.108$$

$$\frac{M_U}{F_{cu}\ b\ t^2} = \frac{89.61 * 10^6}{25 * 300 * 700^2} = 0.0244$$

$\Big\}\ \rho < 1.0 \xrightarrow{Take} \rho = 1.0$

$$A_s = A_s` = \mu * b * t = \rho * F_{cu} * 10^{-4} * b * t$$

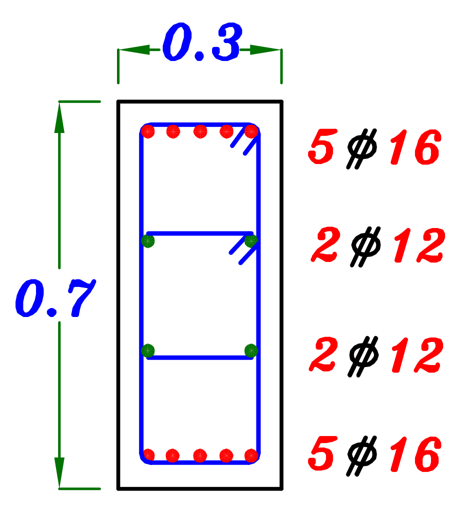
$$= 1.0 * 25 * 10^{-4} * 300 * 700 = 525\ mm^2$$

$$A_{sT} = A_s + A_s` = 525 * 2.0 = 1050\ mm^2$$

$$A_{s\,min} = \frac{0.8}{100} * b * t = \frac{0.8}{100} * 300 * 700 = 1680\ mm^2 > A_{sT}$$

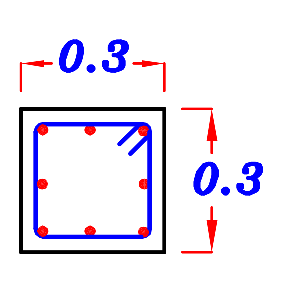
$$A_s = A_s` = \frac{1680}{2.0} = 840\ mm^2$$





Sec ② $(300 * 300)$ neglect o.w. of the Tie.

$$T = 0.95 \frac{M_o}{h} = 0.95 * \frac{1792.3}{3.0} = 567.5 \text{ kN}$$

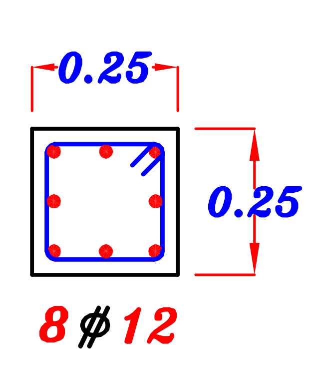


$$A_s = \frac{T}{F_y \backslash \gamma_s} = \frac{567.5 * 10^3}{360 \backslash 1.15} = 1812.8 \text{ mm}^2$$

8 ϕ 18

Design the Hanger. $(250 * 250)$

$$T = \text{o.w.(hanger)} + R_1 = 0.35 + 214.2 = 214.55 \text{ kN}$$



$$A_s = \frac{T}{F_y \backslash \gamma_s} = \frac{214.55 * 10^3}{360 \backslash 1.15} = 685.36 \text{ mm}^2$$

8 ϕ 12

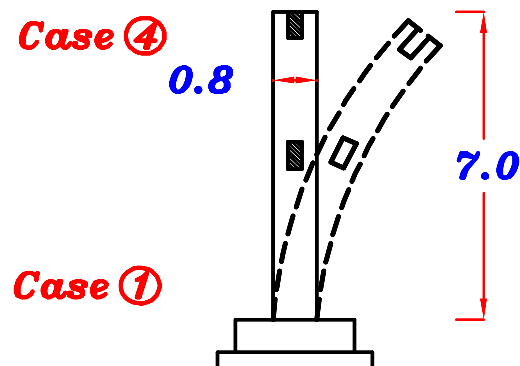
Design the Column.

Check Buckling.

$$P = 512.25 \text{ kN}$$

512.1
256.2
255.9
3.0
3.5 | 7.0 | 3.5
C.L. C.L.
512.25

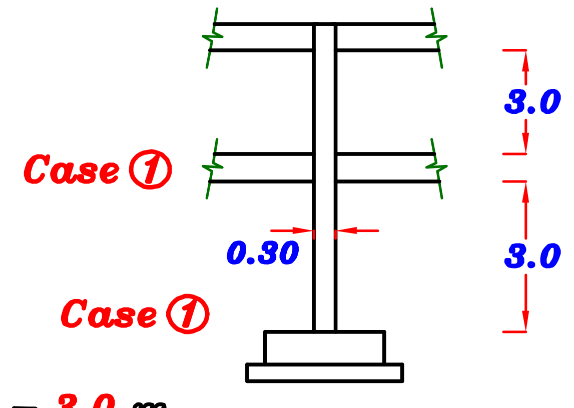
① In plane.



$$H_o = 7.0 \text{ m}$$

$$\lambda_b = \frac{K * H_o}{t} = \frac{2.2 * 7.0}{0.8} = 19.25 > 10$$

② Out of plane.



$$H_o = 3.0 \text{ m}$$

$$\lambda_b = \frac{K * H_o}{b} = \frac{1.2 * 3.0}{0.30} = 12.0 > 10$$

$$\delta = \frac{(\lambda_b)^2 * t}{2000} = \frac{19.25^2 * 0.80}{2000} = 0.148 \quad m$$

$$M_{add.} = P * \delta = 512.25 * 0.148 = 75.81 \quad kN.m$$

$$e = \frac{M}{P} = \frac{75.81}{512.25} = 0.148 \quad m \qquad \therefore \frac{e}{t} = \frac{0.148}{0.8} = 0.185 < 0.5 \xrightarrow{use} I.D.$$

$$\zeta = \frac{0.8 - 0.1}{0.8} = 0.8 \xrightarrow{use} \text{ECCS Design Aids Page } 4-24$$

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{P_U}{F_{cu}\, b\, t} = \dfrac{512.25 * 10^3}{25 * 300 * 800} = 0.085 \\ \dfrac{M_U}{F_{cu}\, b\, t^2} = \dfrac{75.81 * 10^6}{25 * 300 * 800^2} = 0.0157 \end{array}\right\} \rho < 1.0 \xrightarrow{Take} \rho = 1.0$$

$$A_s = A_{s`} = \mu * b * t = \rho * F_{cu} * 10^{-4} * b * t$$

$$= 1.0 * 25 * 10^{-4} * 300 * 800 = 600 \quad mm^2$$

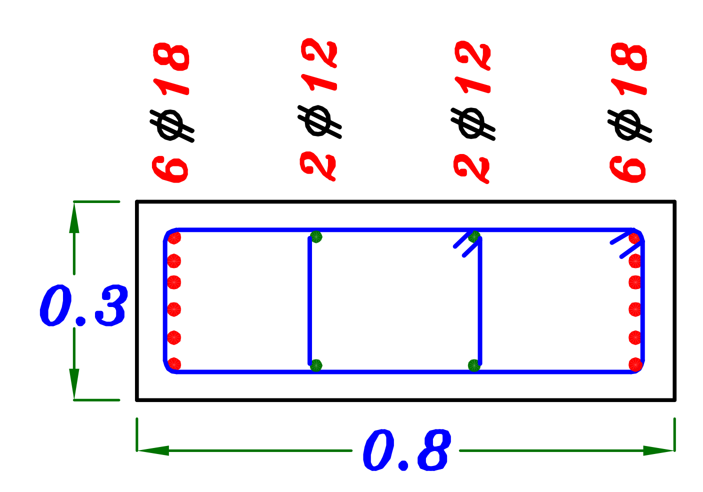
$$A_{s_{min.}} = \frac{0.25 + 0.052\, \lambda_{max}}{100} * b * t$$

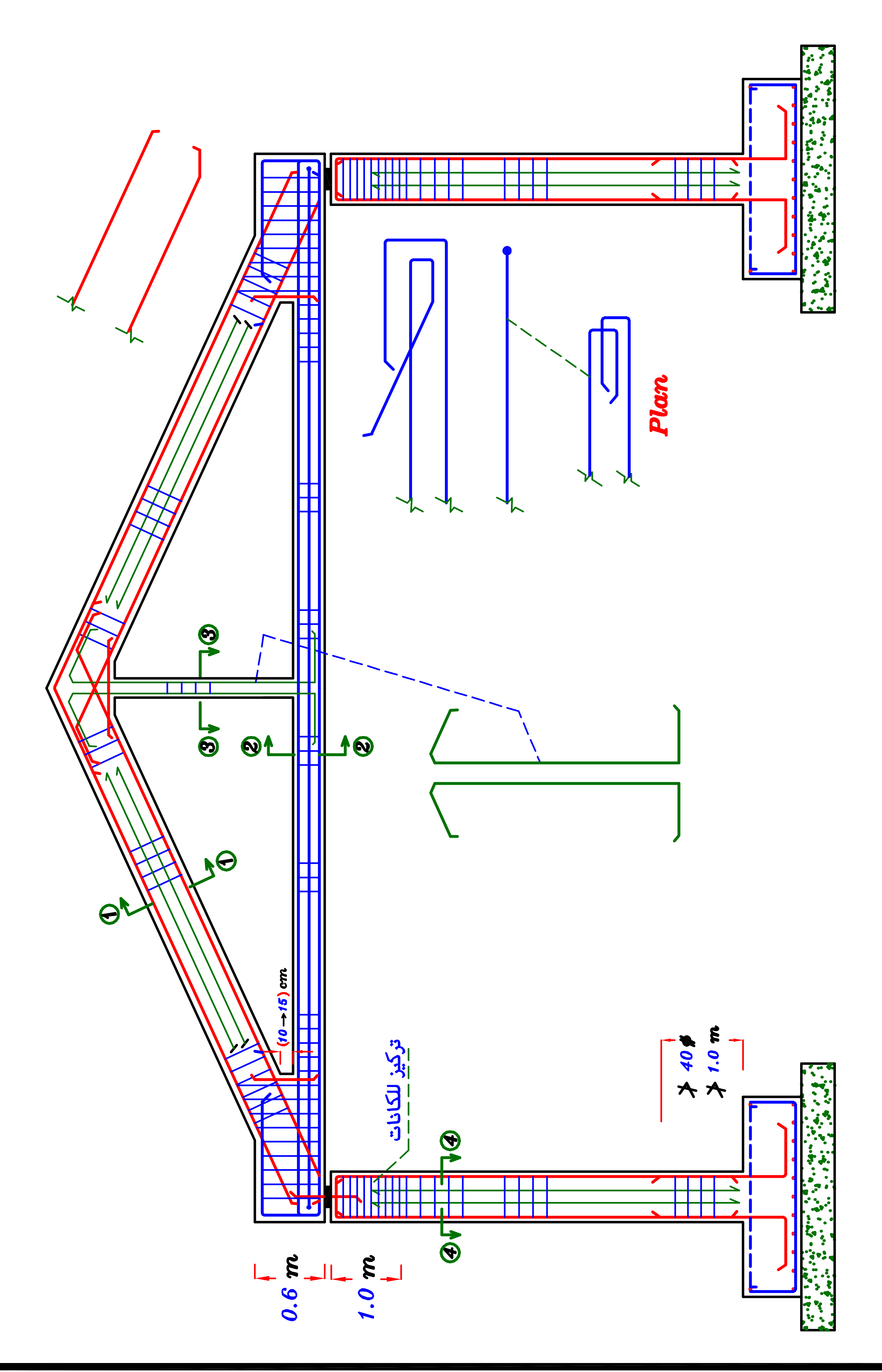
$$= \frac{0.25 + 0.052\,(19.25)}{100} * 300 * 800 = 3002.4 \quad mm^2$$

$$A_{sT} = A_s + A_{s`} = 600 * 2.0 = 1200 \quad mm^2 < A_{s_{min.}}$$

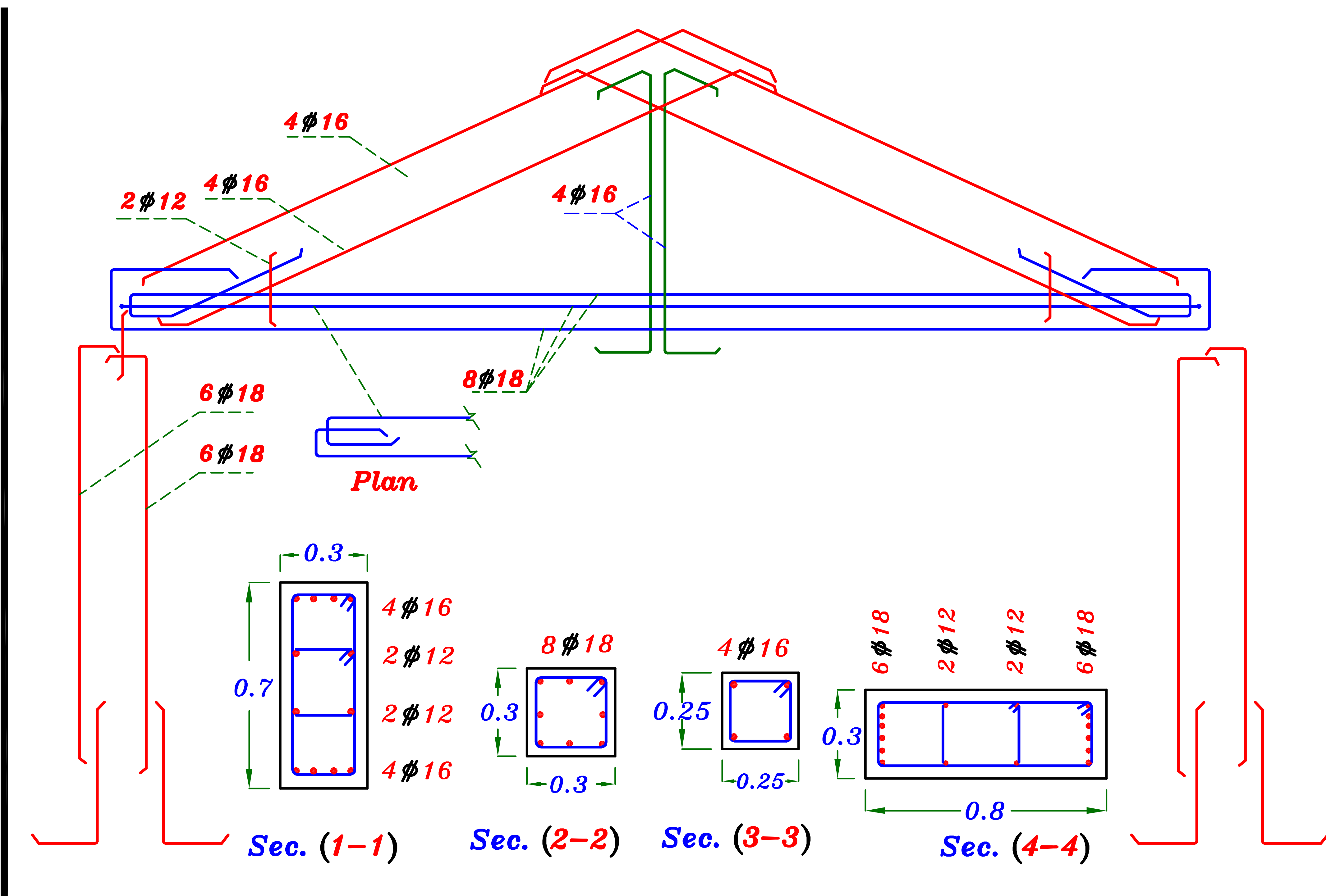
$$A_s = A_{s`} = \frac{A_{s\,min}}{2} = \frac{3002.4}{2.0} = 1501.2 \quad mm^2$$

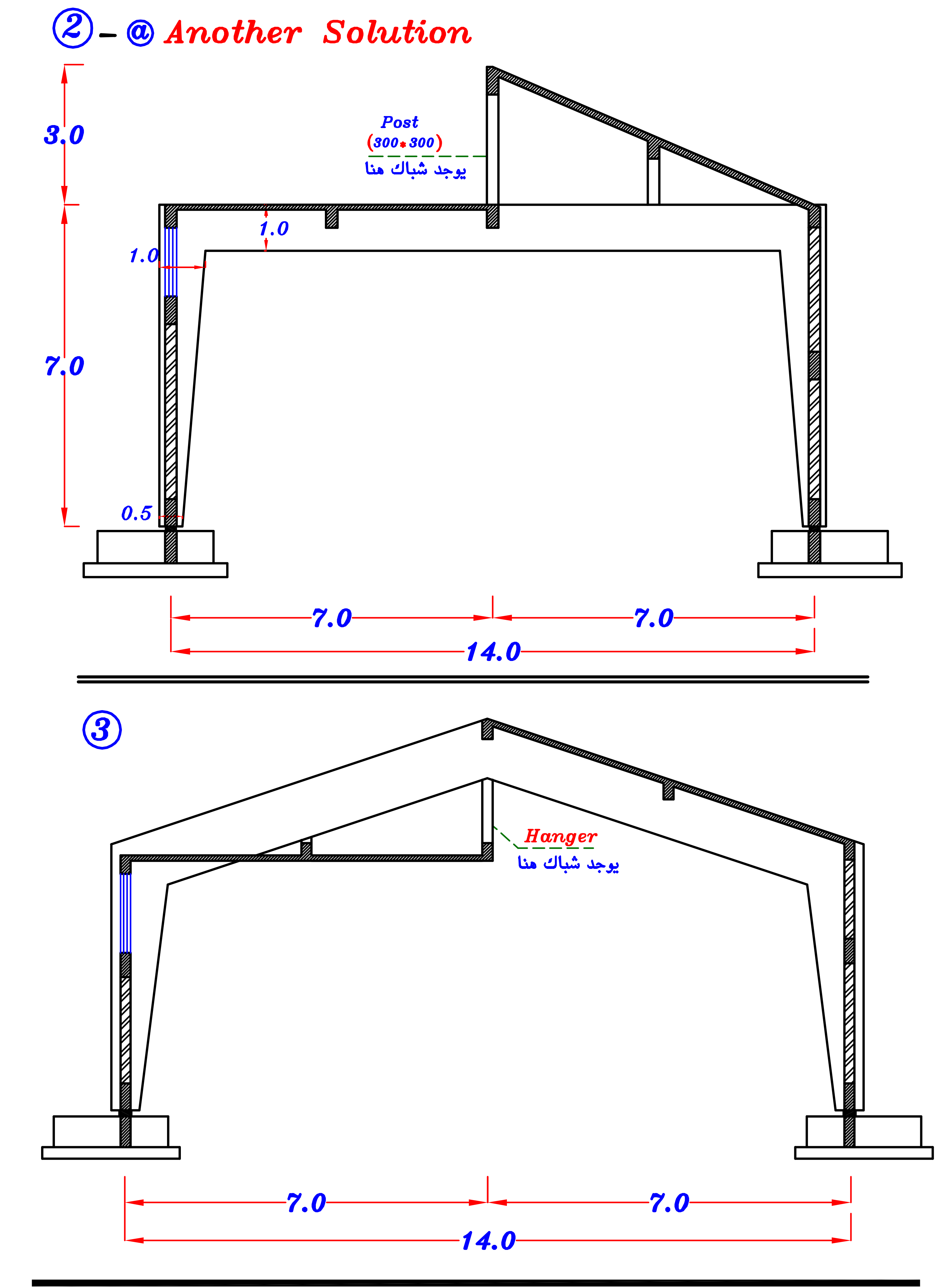




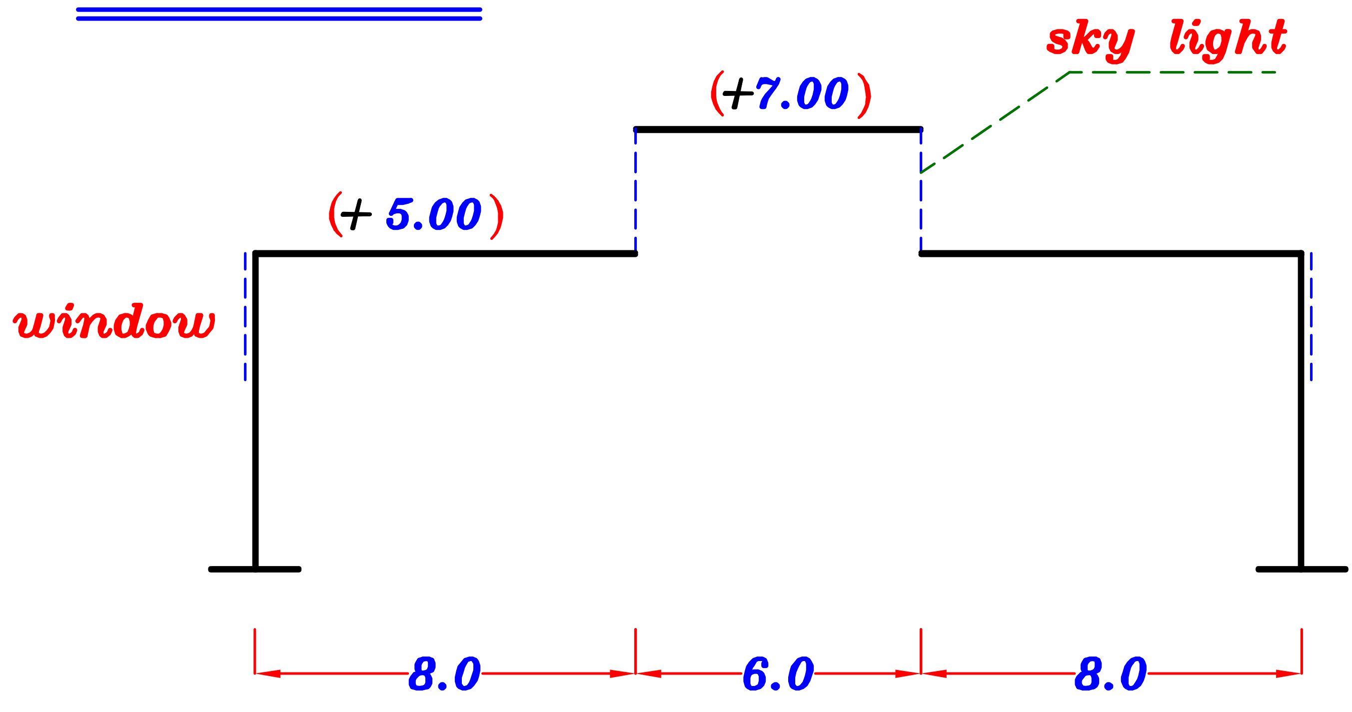


Plan
(10→15) cm
تركيز للكانات
40 ϕ
1.0 m
0.6 m
1.0 m


4φ16
4φ16
2φ12
4φ16
6φ18
8φ18
6φ18
Plan
0.3
0.7
4φ16
2φ12
2φ12
4φ16
8φ18
0.3
0.3
4φ16
0.25
0.25
6φ18
2φ12
2φ12
6φ18
0.3
0.8
Sec. (1-1)
Sec. (2-2)
Sec. (3-3)
Sec. (4-4)


② - @ Another Solution
3.0
Post
(300*300)
يوجد شباك هنا
1.0
1.0
7.0
0.5
7.0
7.0
14.0
③
Hanger
يوجد شباك هنا
7.0
7.0
14.0

Example.



$F_{cu} = 25 \quad N\backslash mm^2$ $\qquad F_y = 360 \quad N\backslash mm^2$

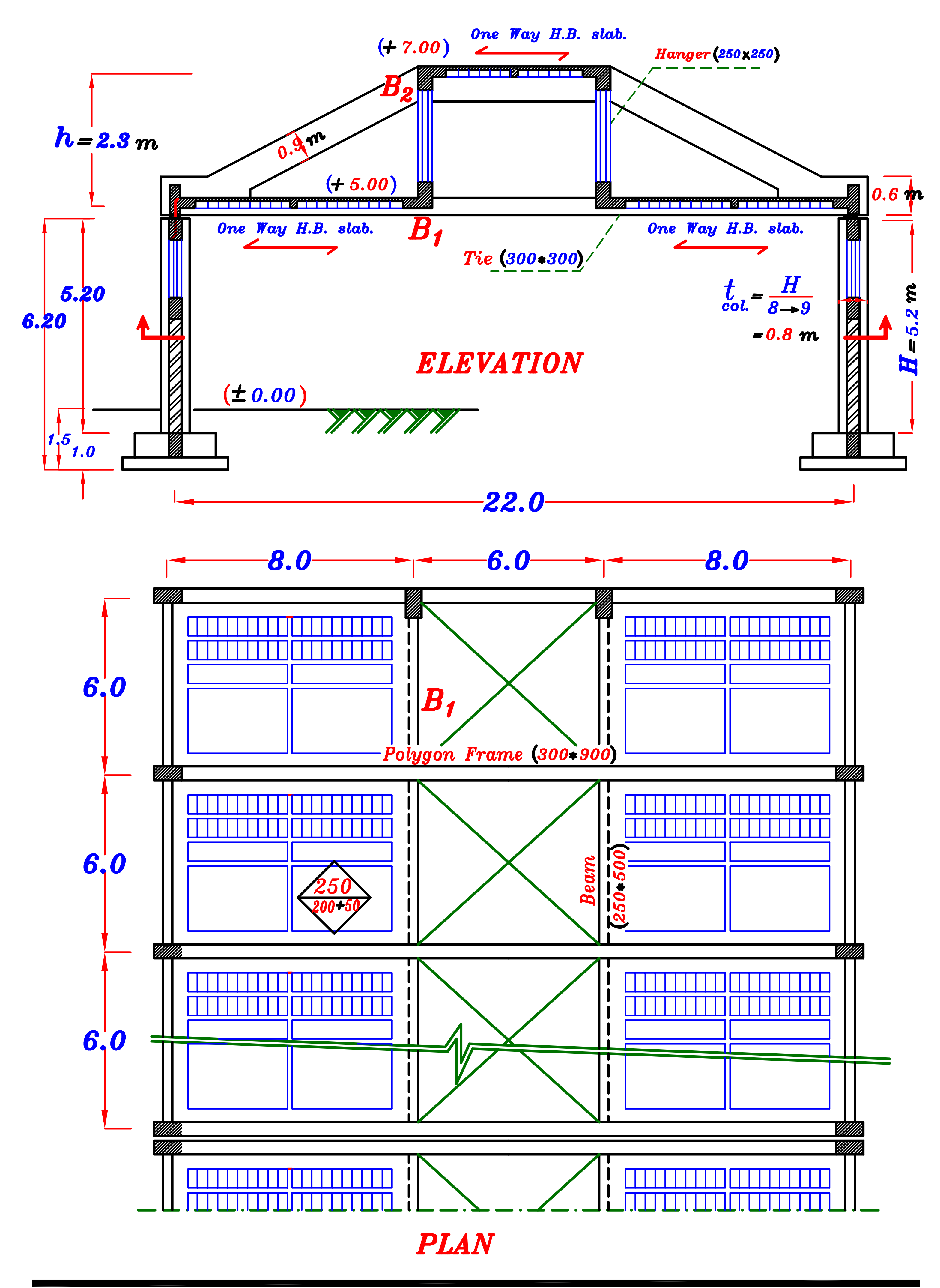
$L.L. = 2.0 \quad kN\backslash m^2$ $\qquad F.C. = 1.50 \quad kN\backslash m^2$

Foundation Level. = − 1.5 m

The given Figure shows a general layout of an area (22*60) with a sky light.
The columns can be exist at the outer perimeter only.

It is required to :

1. Suggest a statical system to cover the area
   and draw Structural plan , Sectional elevation & side view.
   showing all concrete dimensions.
2. Design the slabs and draw details of RFT. in plan.
3. Design the main supporting elements.
   and draw details of RFT. in elevation and cross sections.


(+ 7.00)
One Way H.B. slab.
Hanger (250x250)
B_2
h = 2.3 m
0.9 m
(+ 5.00)
0.6 m
One Way H.B. slab.
B_1
One Way H.B. slab.
Tie (300*300)
5.20
6.20
$t_{col.} = \frac{H}{8 \to 9}$
= 0.8 m
H = 5.2 m
ELEVATION
(± 0.00)
1.5
1.0
22.0
8.0
6.0
8.0
6.0
B_1
Polygon Frame (300*900)
6.0
250
200+50
Beam (250*500)
6.0
PLAN

One Way H.B. slab.

(+ 7.00)

Hanger (250x250)

B_2

h = 2.3 m

0.9 m

(+ 5.00)

0.6 m

One Way H.B. slab.

B_1

One Way H.B. slab.

Tie (300*300)

5.20

6.20

$$t_{col.} = \frac{H}{8 \rightarrow 9} = 0.8\ m$$

H = 5.2 m

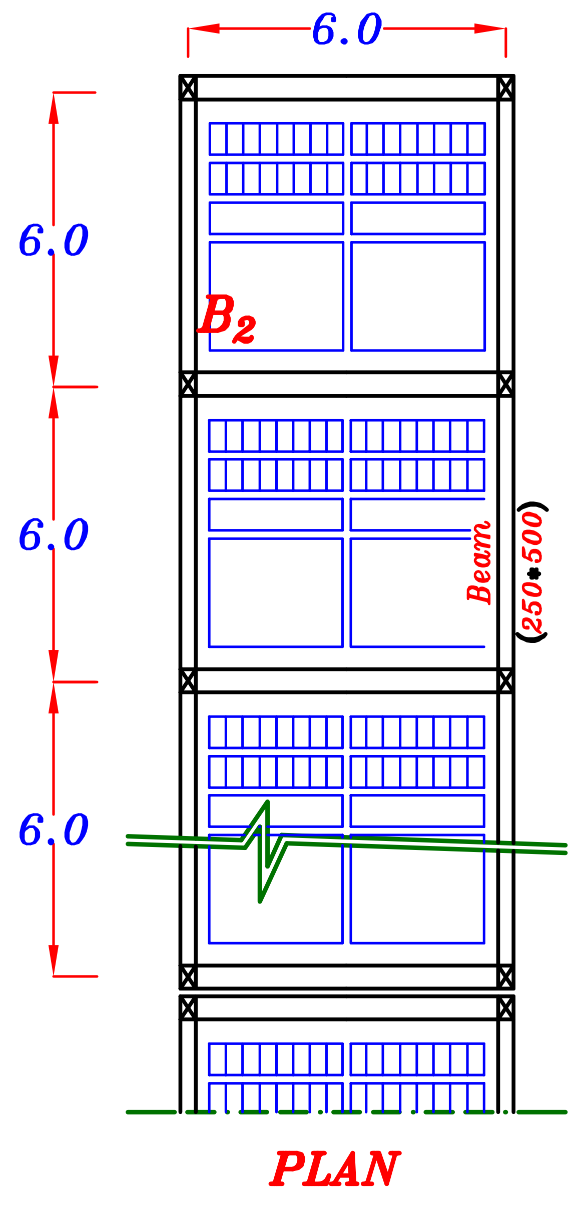
ELEVATION

(± 0.00)

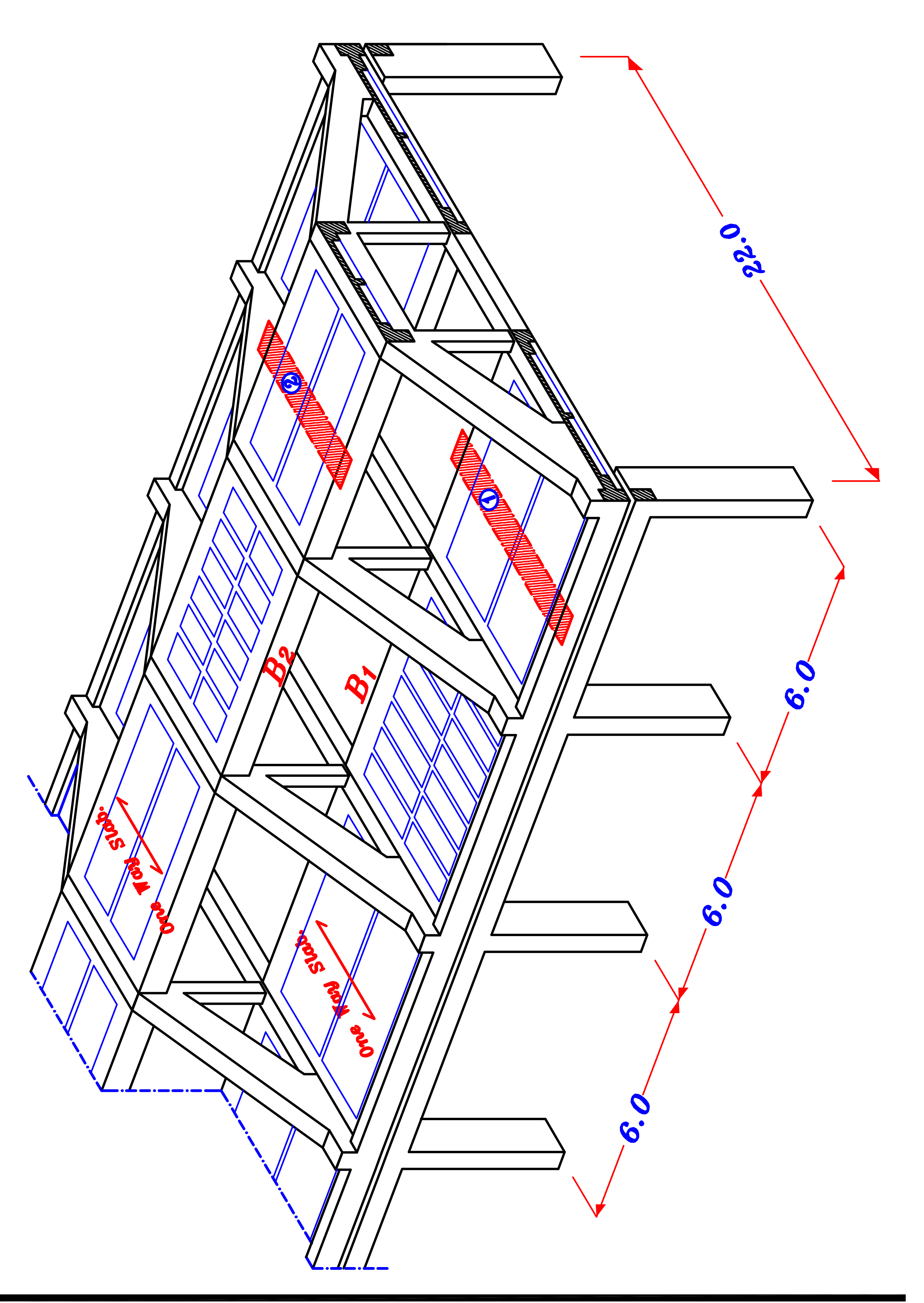
1.5

1.0

22.0



PLAN


22.0
6.0
6.0
6.0
B_1
B_2
One Way Slab.
One Way Slab.
1
2

Design the main supporting elements.

① Loads From Slabs. (Use one way H.B. slab at beam direction)

$$t = \frac{8000}{20} = 400 \text{ mm}$$

$t = 300$ mm | $t_s = 50$ mm | $h = 250$ mm

$b = 0.1$ m $e = 0.4$ m

$S = e + b = 0.4 + 0.1 = 0.5$ m

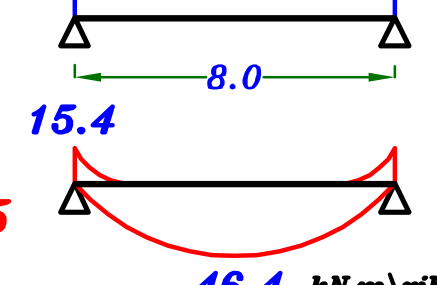
$$w_{ribh} = \left[1.4\left(t_s \gamma_c + F.C.\right) + 1.6\left(L.L.\right)\right]\left(S * 1.0\right) + 1.4\left(b\, h * 1.0\, m * \gamma_c\right) + 1.4 * \left(\text{Block وزن ال}\right)\left(\frac{1.0}{a}\right)$$

$$\therefore w_{ribh} = \left[1.4\left(0.05 * 25 + 1.5\right) + 1.6\left(2.0\right)\right]\left(0.50 * 1.0\right) + 1.4\left(0.10 * 0.25 * 1.0 * 25\right) + 1.4\left(\frac{200}{1000}\right)\left(\frac{1.0}{0.2}\right) = 5.80$$

$(kN \backslash (1.0 * S\ m^2))$

Strip ①

$M = 46.4$ kN.m\rib



$d = t - 30 \text{ mm} = 300 - 30 = 270$ mm

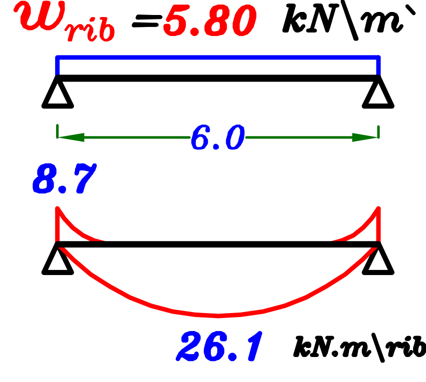
$$\therefore 270 = C_1 \sqrt{\frac{46.4 * 10^6}{25 * 500}} \longrightarrow C_1 = 4.43 \longrightarrow J = 0.815$$

$$A_s = \frac{M}{J F_y d} = \frac{46.4 * 10^6}{0.815 * 360 * 270} = 585 \text{ mm}^2\backslash\text{rib}$$

2ϕ22\rib

Strip ②

$M = 26.1 \; kN.m \backslash rib$



$d = t - 30 \; mm = 300 - 30 = 270 \; mm$

$\therefore \; 270 = C_1 \sqrt{\dfrac{26.1 * 10^6}{25 * 500}} \rightarrow C_1 = 5.91 \rightarrow J = 0.826$

$$A_s = \frac{M}{J \, F_y \, d} = \frac{26.1 * 10^6}{0.826 * 360 * 270} = 325 \; mm^2 \backslash rib$$

2 ϕ16 \rib

RFT. of the Slab.

8.0   6.0   8.0

6.0

6.0

6.0

B_1

B_2

300
250+50

2ϕ22\rib

2ϕ16\rib

2ϕ22\rib

300
250+50

Loads From Beams.

Take $o.w.(beam) = 5.0$ kN\m` (U.L.)

B_1

$$w_1 = o.w. + \left(\frac{w_{rib}}{S}\right)\left(\frac{L_s}{2}\right)$$

$$= 5.0 + \left(\frac{5.80}{0.5}\right)(4.0) = 51.4 \text{ kN\m`}$$

$$R_1 = w_1 * spacing = 51.4 * 6.0 = 308.4 \text{ kN}$$

B_2

$$w_2 = o.w. + \left(\frac{w_{rib}}{S}\right)\left(\frac{L_s}{2}\right)$$

$$= 5.0 + \left(\frac{5.80}{0.5}\right)(3.0) = 39.80 \text{ kN\m`}$$

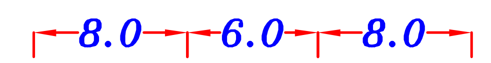
$$R_2 = w_2 * spacing = 39.80 * 6.0 = 238.8 \text{ kN}$$

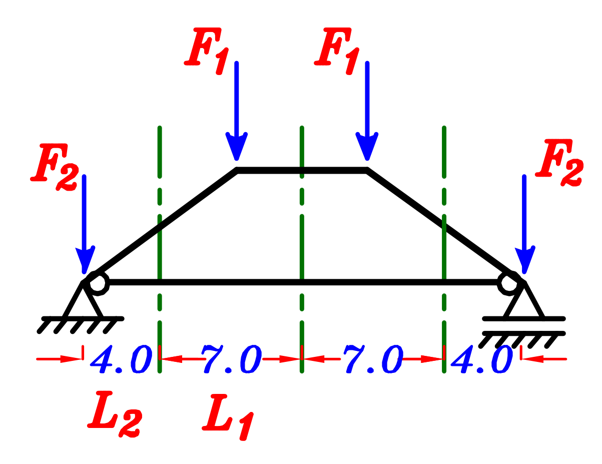
Loads on Frame.

Take $o.w.(Frame) = 12.0$ kN\m` (U.L.)

$$a_1 = \frac{8.0}{2} + \frac{6.0}{2} = 7.0 \text{ m}$$

$$a_2 = \frac{8.0}{2} = 4.0 \text{ m}$$





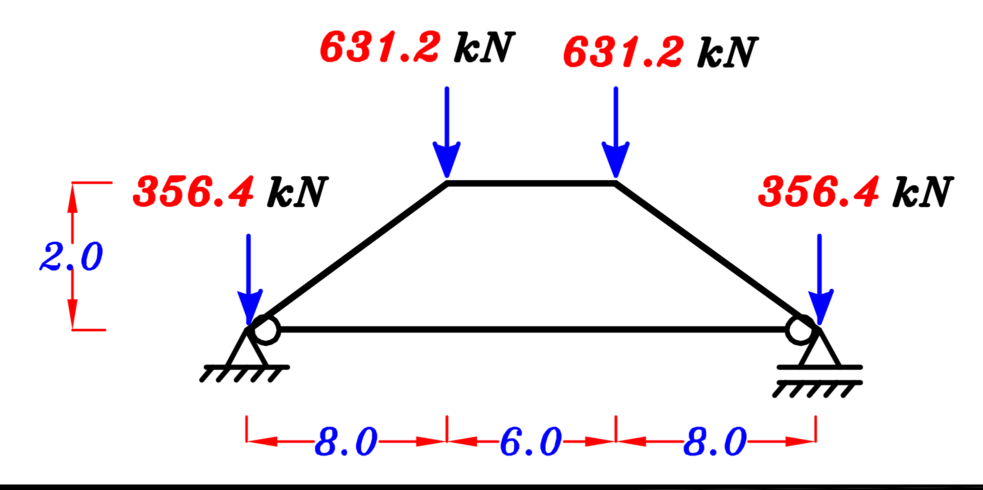
$$F_1 = R_1 + R_2 + O.W.(Frame) * a_1$$

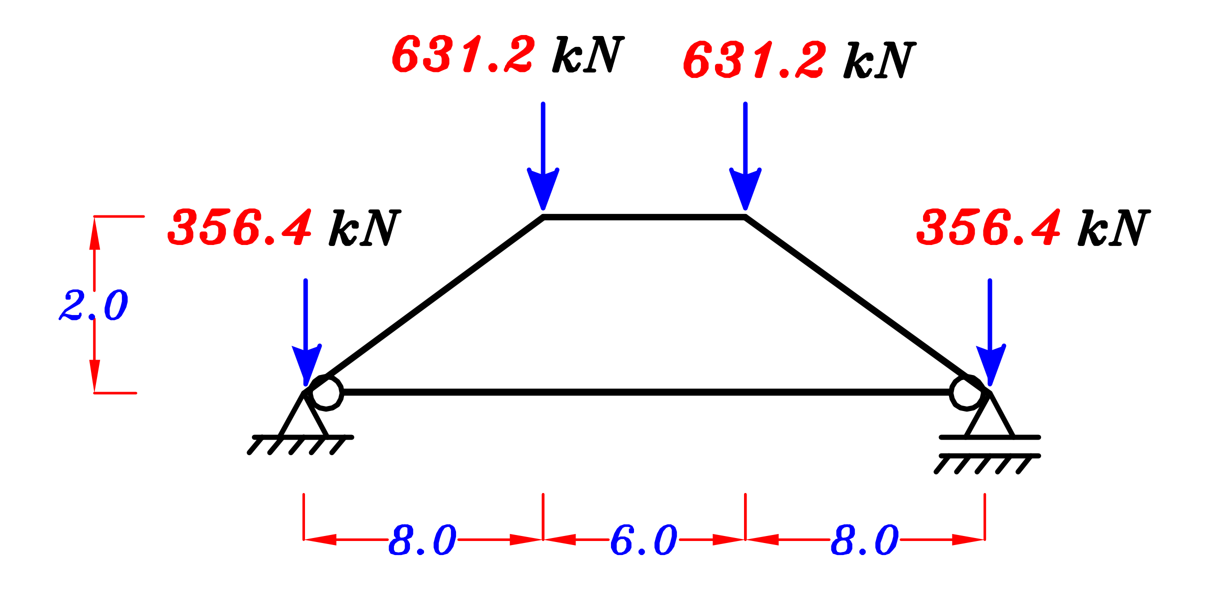
$$= 308.4 + 238.8 + 12.0 * 7.0$$

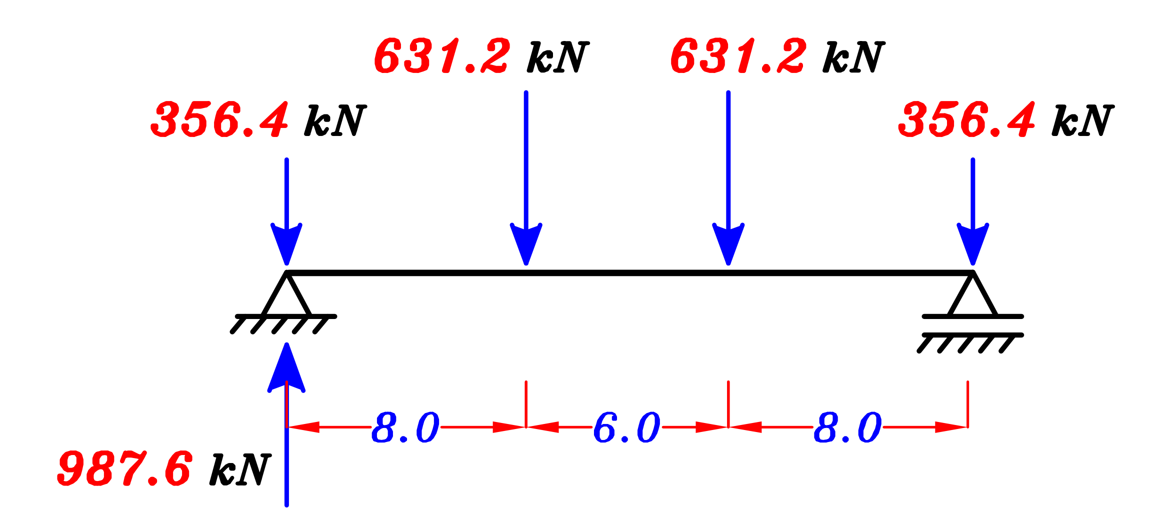
$$= 631.2 \text{ kN}$$

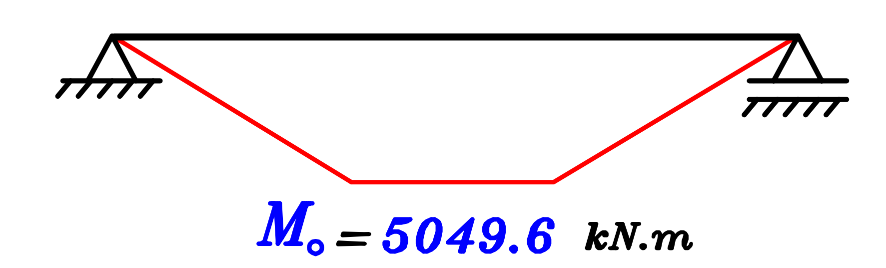
$$F_2 = R_1 + O.W.(Frame) * a_2$$

$$= 308.4 + 12.0 * 4.0 = 356.4 \text{ kN}$$









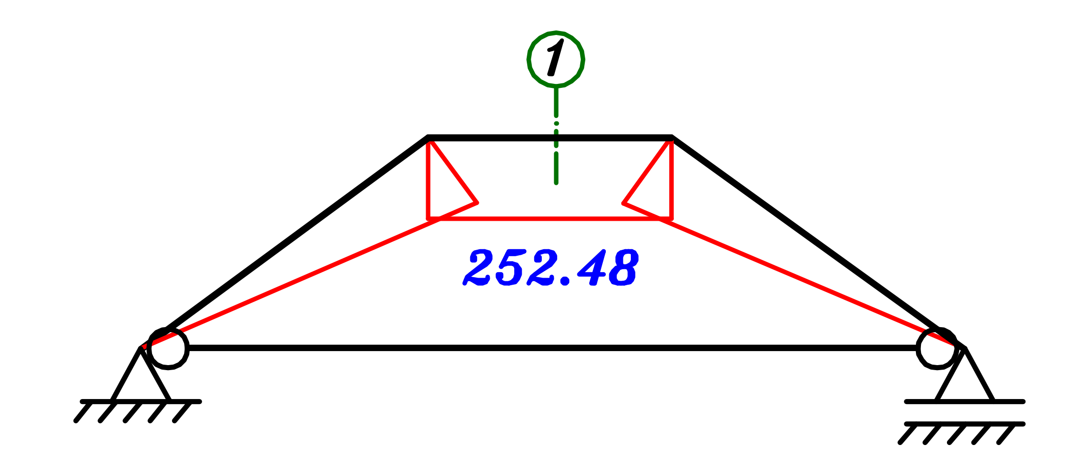
$$M_{\circ} = 5049.6 \ kN.m$$

Take $h = 2.0\ m$ للتسهيل سنأخذ قيمه h هى فرق المنسوب مباشره

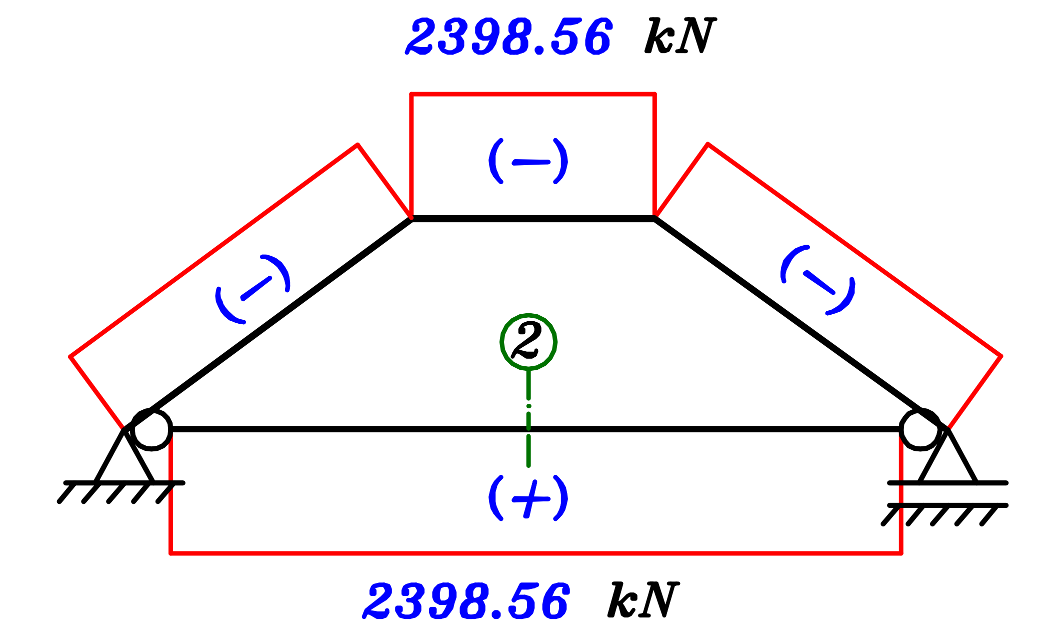
$$P = T = 0.95\ \frac{M_o}{h} = 0.95 * \frac{5049.6}{2.0} = 2398.56\ kN$$

$$M = 0.05\ M_o = 0.05\ (5049.6) = 252.48\ kN.m$$

B.M.D.



N.F.D.



* Design of Frame.

Sec. ①

Neglect Effect of Buckling.

$M = 252.48$ kN.m , $P = 2398.56$ kN, $b = 300$ mm , $t = 900$ mm

$e = \frac{M}{P} = \frac{252.48}{2398.56} = 0.105$ m $\therefore \frac{e}{t} = \frac{0.105}{0.90} = 0.116 < 0.5 \xrightarrow{use}$ I.D.

$\zeta = \frac{0.9-0.1}{0.9} = 0.88 = 0.80 \xrightarrow{use}$ ECCS Design Aids Page 4–24

$$\left.\begin{aligned} \frac{P_U}{F_{cu}\, b\, t} &= \frac{2398.56 * 10^3}{25 * 300 * 900} = 0.355 \\ \frac{M_U}{F_{cu}\, b\, t^2} &= \frac{252.48 * 10^6}{25 * 300 * 900^2} = 0.041 \end{aligned}\right\} \rho = 1.0$$

$\mu = \rho * F_{cu} * 10^{-4} = 1.0 * 25 * 10^{-4} = 2.5 * 10^{-3}$

$A_s = A_s` = \mu * b * t = 2.5 * 10^{-3} * 300 * 900 = 675$ mm^2

$A_{s\,Total} = A_s + A_s` = 2 * 675 = 1350$ mm^2

– Check $A_{s\,min.} = \frac{0.8}{100} * b * t = \frac{0.8}{100} * 300 * 900 = 2160 > A_{s\,Total}$

Take $A_s = A_s` = \frac{A_{s\,Total}}{2} = \frac{2160}{2} = 1080 mm^2$ **6 ϕ 16**

* Design of Tie.

Sec. ② (300 * 300)

Negelct o.w.(Tie)

$A_s = \frac{T}{F_y \backslash \gamma_s} = \frac{2398.56 * 10^3}{360 \backslash 1.15} = 7662.0\ mm^2$ **16 ϕ 25**

* Design of the hangers. (250 * 250)

Take o.w.(hanger) = 3.50 kN (U.L.)

$$T = o.w.(hanger) + R_1$$

$$= 3.50 + 308.4 = 311.9 \ kN$$

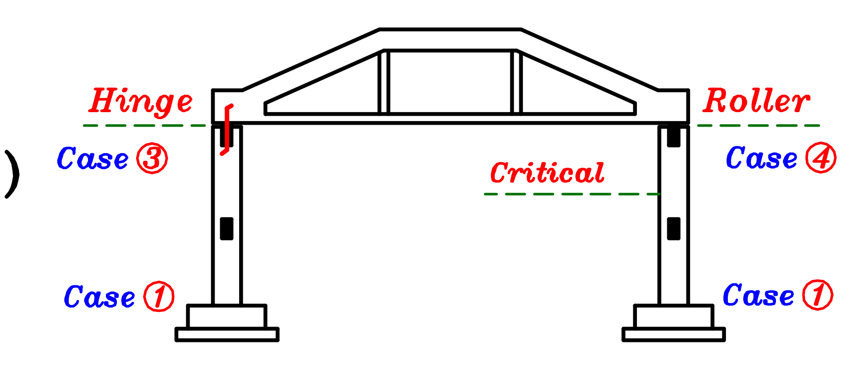
$$A_s = \frac{T}{F_y \backslash \gamma_s} = \frac{311.9 * 10^3}{360 \backslash 1.15} = 996.34 \ mm^2 \quad 6 \phi 16$$

* Design of Columns.

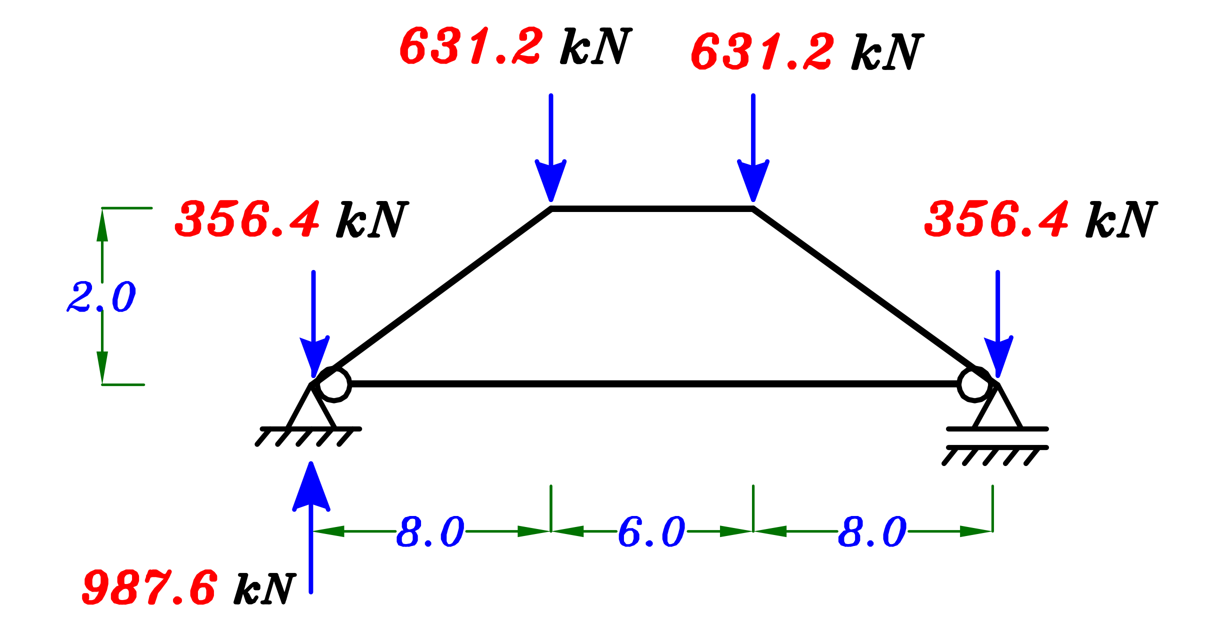
Take the column (350 * 800)

Design the critical Col.

at the Roller support

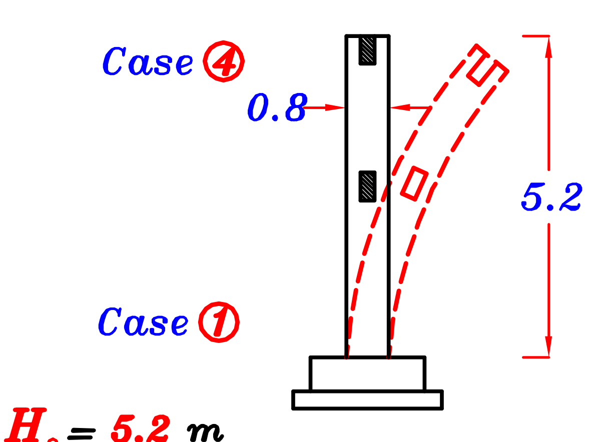


$$P = \frac{\Sigma F}{2} = 987.6 \ kN$$



Check Buckling.

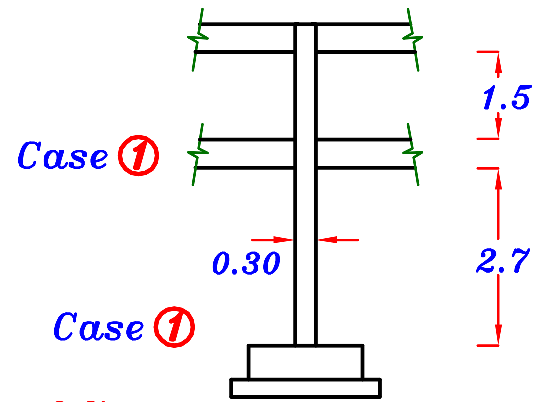
① In plane.



$H_o = 5.2\ m$

$$\lambda_b = \frac{K * H_o}{t} = \frac{2.2 * 5.2}{0.8} = 14.3 > 10$$

② Out of plane.



$H_o = 2.7\ m$

$$\lambda_b = \frac{K * H_o}{b} = \frac{1.2 * 2.7}{0.30} = 10.8$$

$$\delta = \frac{(\lambda_b)^2 * t}{2000} = \frac{14.3^2 * 0.80}{2000} = 0.081\ m$$

$$M_{add.} = P * \delta = 987.6 * 0.081 = 80.0\ kN.m$$

$$e = \frac{M}{P} = \frac{80.0}{987.6} = 0.081\ m \quad \therefore \frac{e}{t} = \frac{0.081}{0.8} = 0.101 < 0.5 \xrightarrow{use} I.D.$$

$$\zeta = \frac{0.8 - 0.1}{0.8} = 0.8 \xrightarrow{use} \text{ECCS Design Aids Page } 4-24$$

$$\frac{P_U}{F_{cu}\, b\, t} = \frac{987.6 * 10^3}{25 * 300 * 800} = 0.164$$

$$\frac{M_U}{F_{cu}\, b\, t^2} = \frac{80.0 * 10^6}{25 * 300 * 800^2} = 0.0166$$

$$\rho < 1.0 \xrightarrow{Take} \rho = 1.0$$

$$A_s = A_s` = \mu * b * t = \rho * F_{cu} * 10^{-4} * b * t = 1.0 * 25 * 10^{-4} * 300 * 800 = 600\ mm^2$$

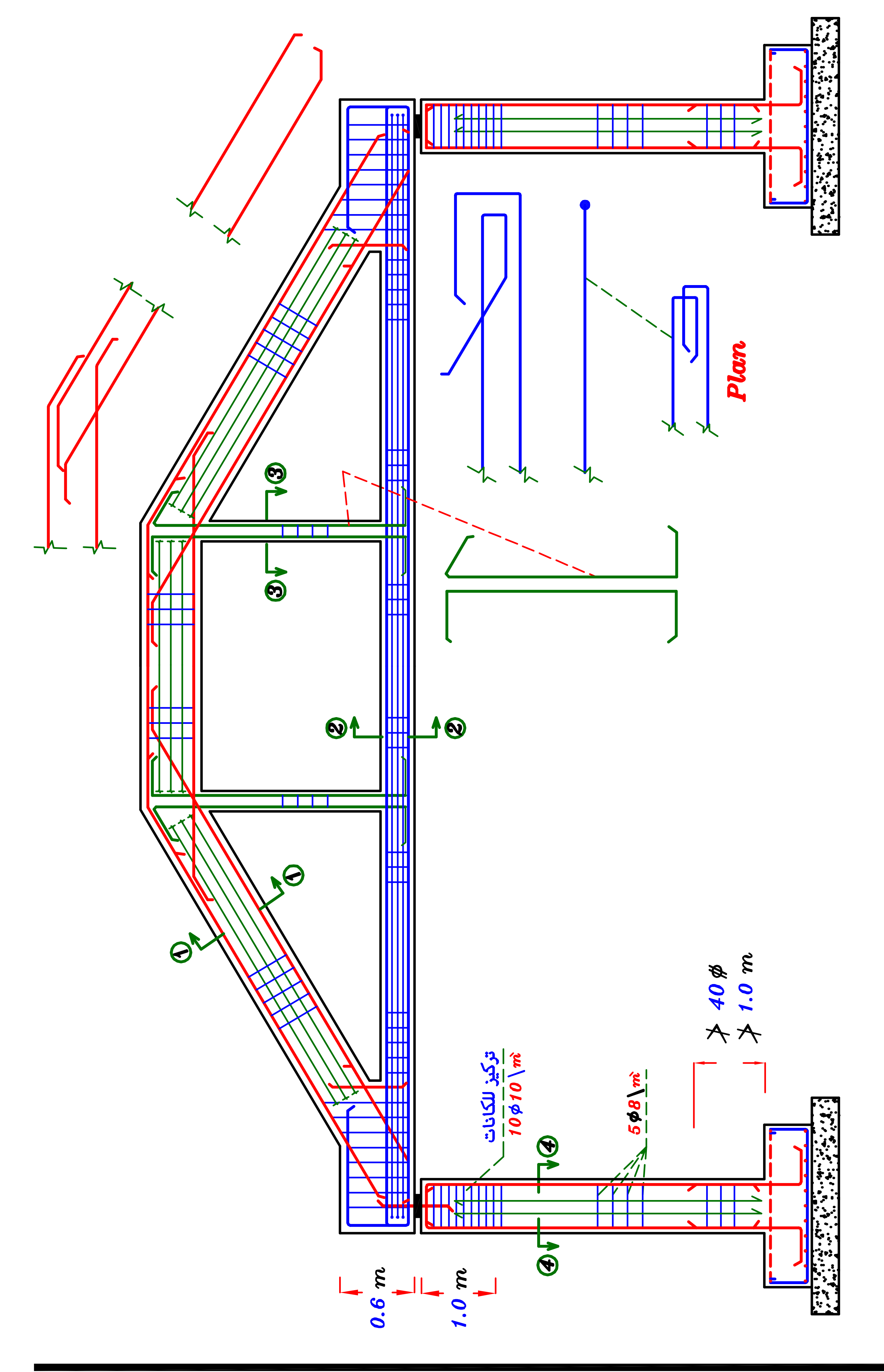
$$A_{s\,total} = A_s + A_s` = 1200\ mm^2$$

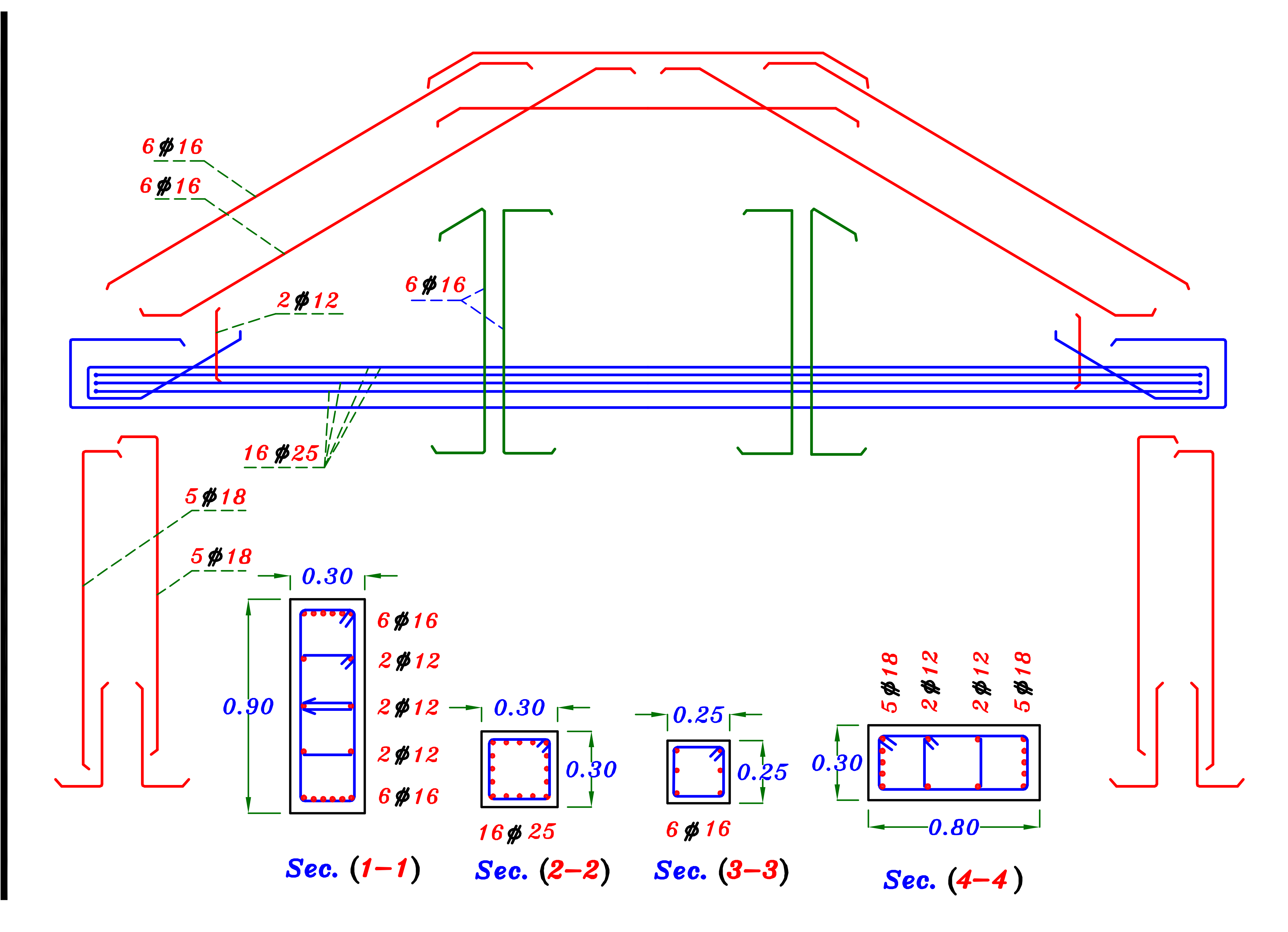
$$A_{s\,min} = \frac{0.25 + 0.052\ \lambda_{max}}{100} * b * t$$

$$= \frac{0.25 + 0.052\ (14.3)}{100} * 300 * 800 = 2384.64\ mm^2 > A_{s\,total}$$

$$\text{Take } A_s = A_s` = \frac{A_{s\,min}}{2} = \frac{2384.64}{2} = 1192.32\ mm^2$$

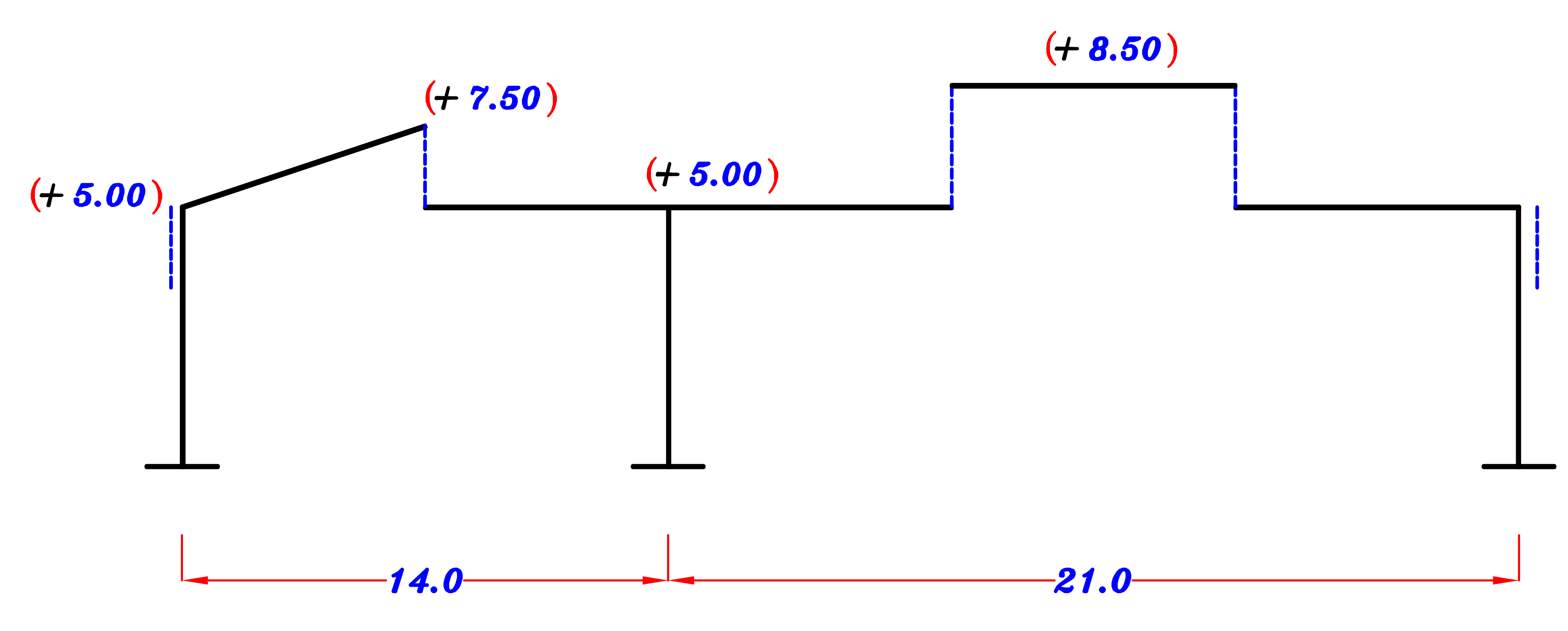



Plan
تركيز للكانات
10ϕ10 \ m'
5ϕ8 \ m'
≮ 40 ϕ
≮ 1.0 m
0.6 m
1.0 m

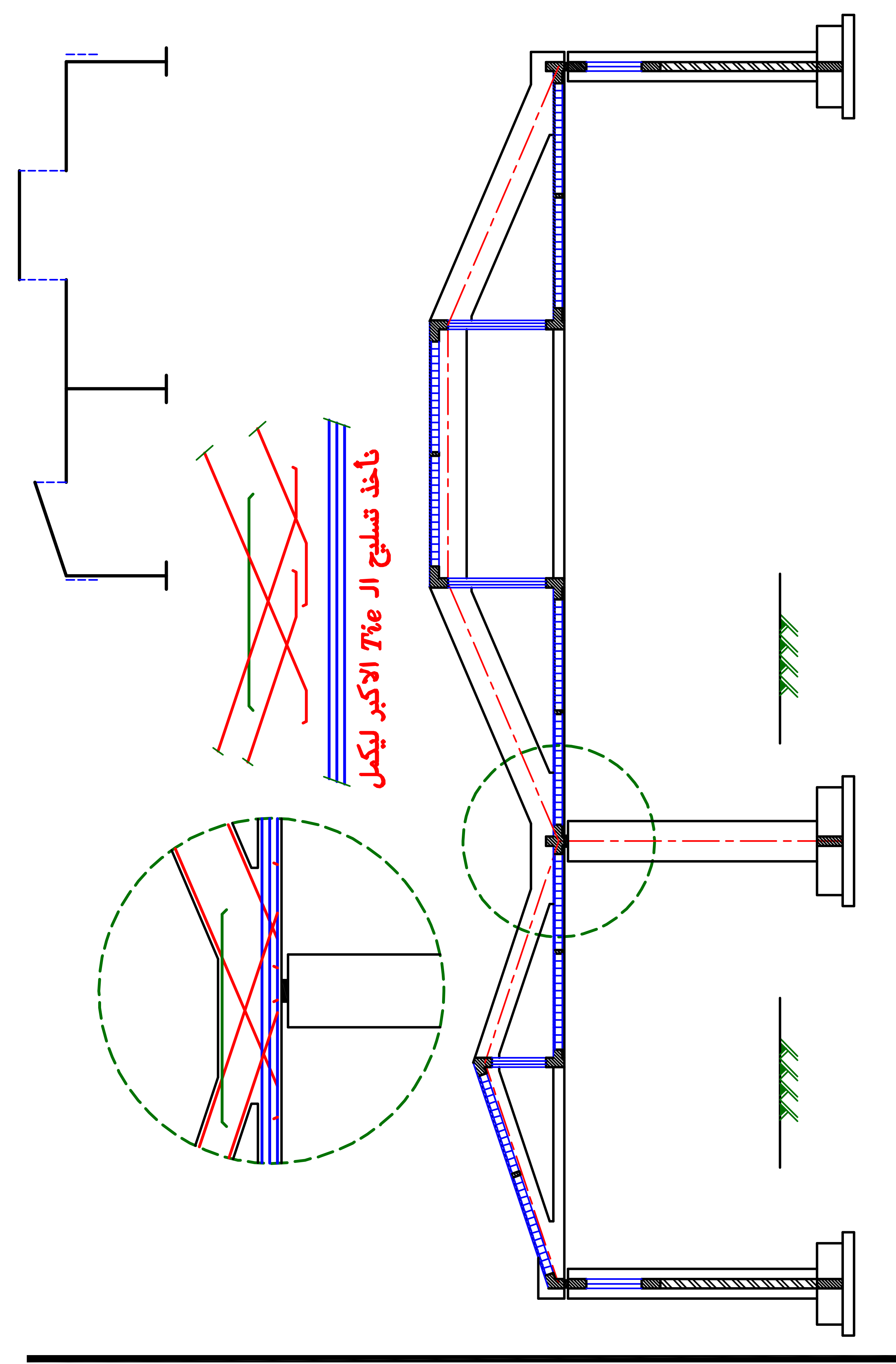


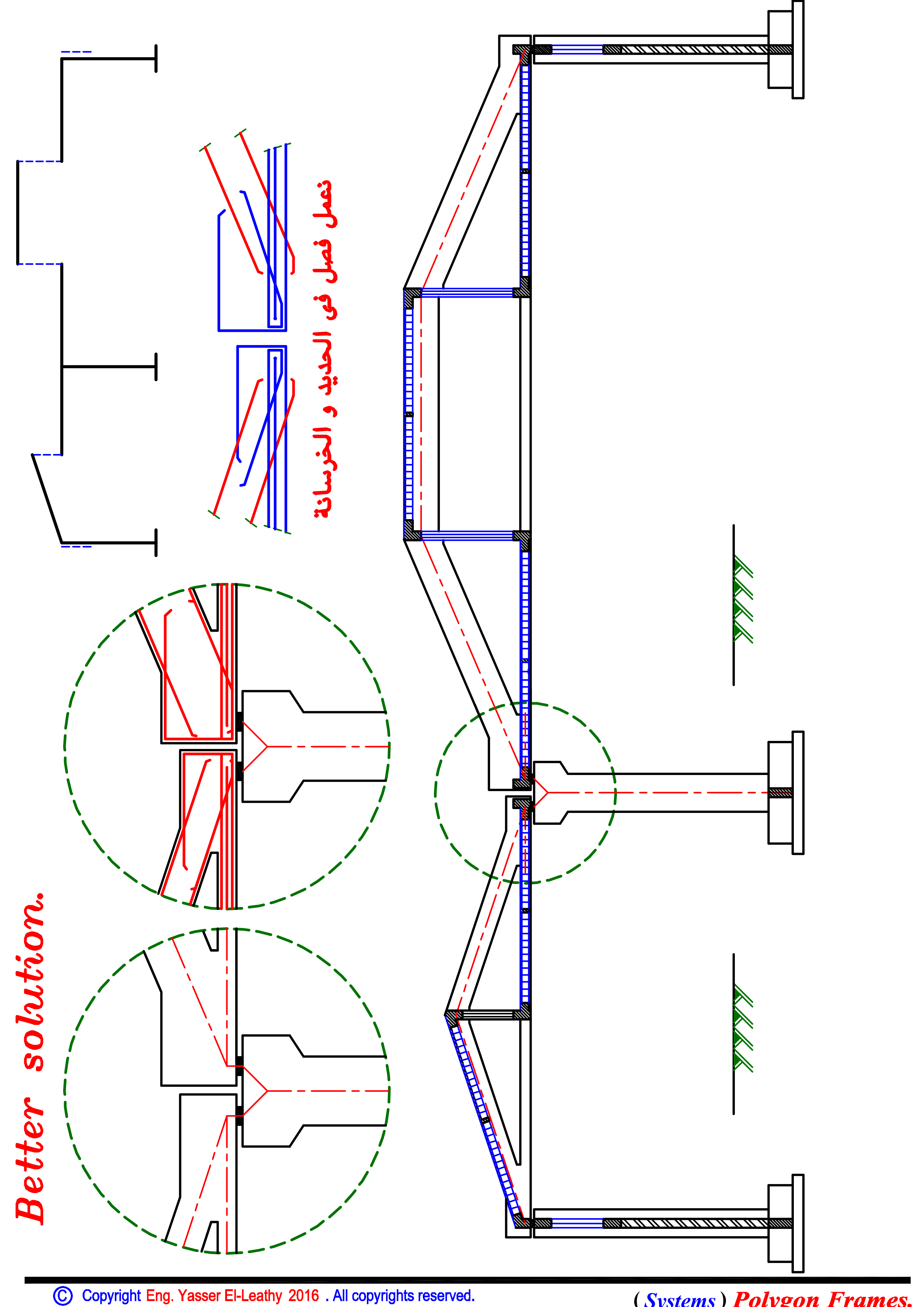
6Φ16
6Φ16
6Φ16
2Φ12
16Φ25
5Φ18
5Φ18
0.30
0.90
6Φ16
2Φ12
2Φ12
2Φ12
6Φ16
0.30
0.30
16Φ25
0.25
0.25
6Φ16
5Φ18
2Φ12
2Φ12
5Φ18
0.30
0.80
Sec. (1–1)
Sec. (2–2)
Sec. (3–3)
Sec. (4–4)

Example.



Without any calculations, but with reasonably assumed concrete Dim. Draw a Cross sec. elev. scale (1:50) Showing all concrete elements.


تأخذ تسليح ال Tie الاكبر ليكمل



Better solution.
تعمل فصل فى الحديد و الخرسانة

Another solution.

Important Notes.

Tie

To design the Tie $$A_s = \frac{T_{U.L.}}{F_y/\gamma_s}$$

عند تصميم ال Tie نحسب كميه الحديد على أن ال stress على الحديد يساوى $\frac{F_y}{\gamma_s}$

تحدث أستطاله فى ال Tie قيمتها Δ_{Tie} تعتمد على قيمه ال stress على الحديد

$$\Delta_{Tie} = \frac{Steel\ stress * L}{E_S}$$

L = Length of the Tie.

$E_S = 2.10 * 10^{-5}$ N/mm^2

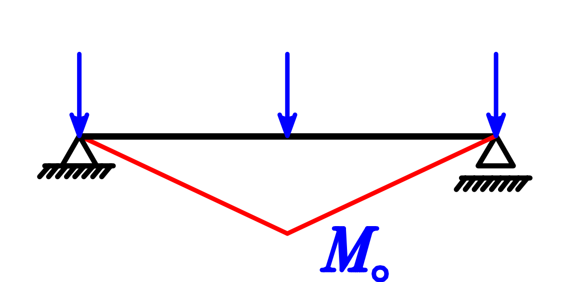
كلما زادت كميه الحديد الموضوع فى ال Tie كلما قل ال stress على الحديد

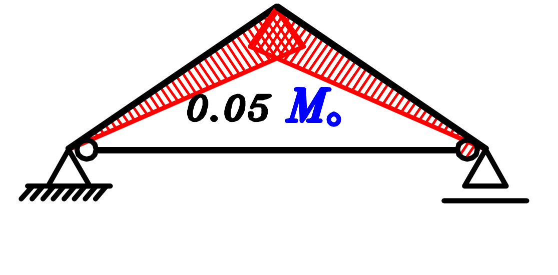
كلما قلت الاستطاله فى ال Tie

فى ال polygon Frames المفروض أن يكون العزم يساوى zero

و لكن لحدوث استطاله فى ال Tie ينتج عزم بسيط فى ال polygon Frame

يساوى تقريبا $(0.05\ M_o)$ و هذا على أساس أن ال stress على الحديد يساوى $\frac{F_y}{\gamma_s}$

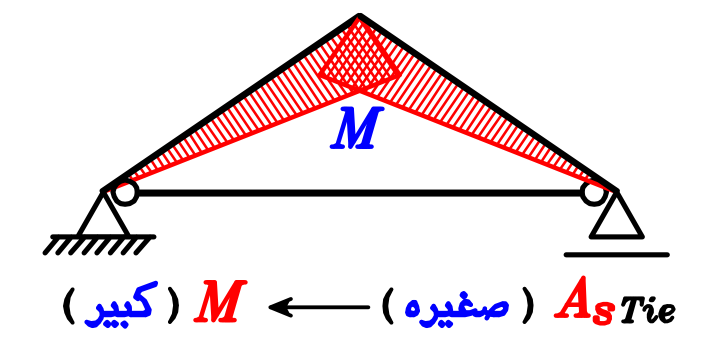




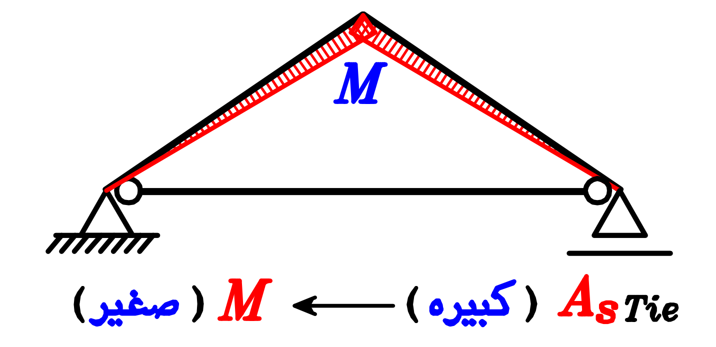


كلما زادت كميه الحديد الموضوع فى ال Tie كلما قل ال stress على الحديد

كلما قلت الاستطاله فى ال Tie كلما قلت قيمه العزم على ال polygon Frame



(كبير) M ⟵ (صغيره) A_s Tie



(صغير) M ⟵ (كبيره) A_s Tie

يفضل أخذ ال **supports** لل **polygon Frames**

عباره عن **Roller–Hinged** و ليس **Hinged–Hinged**

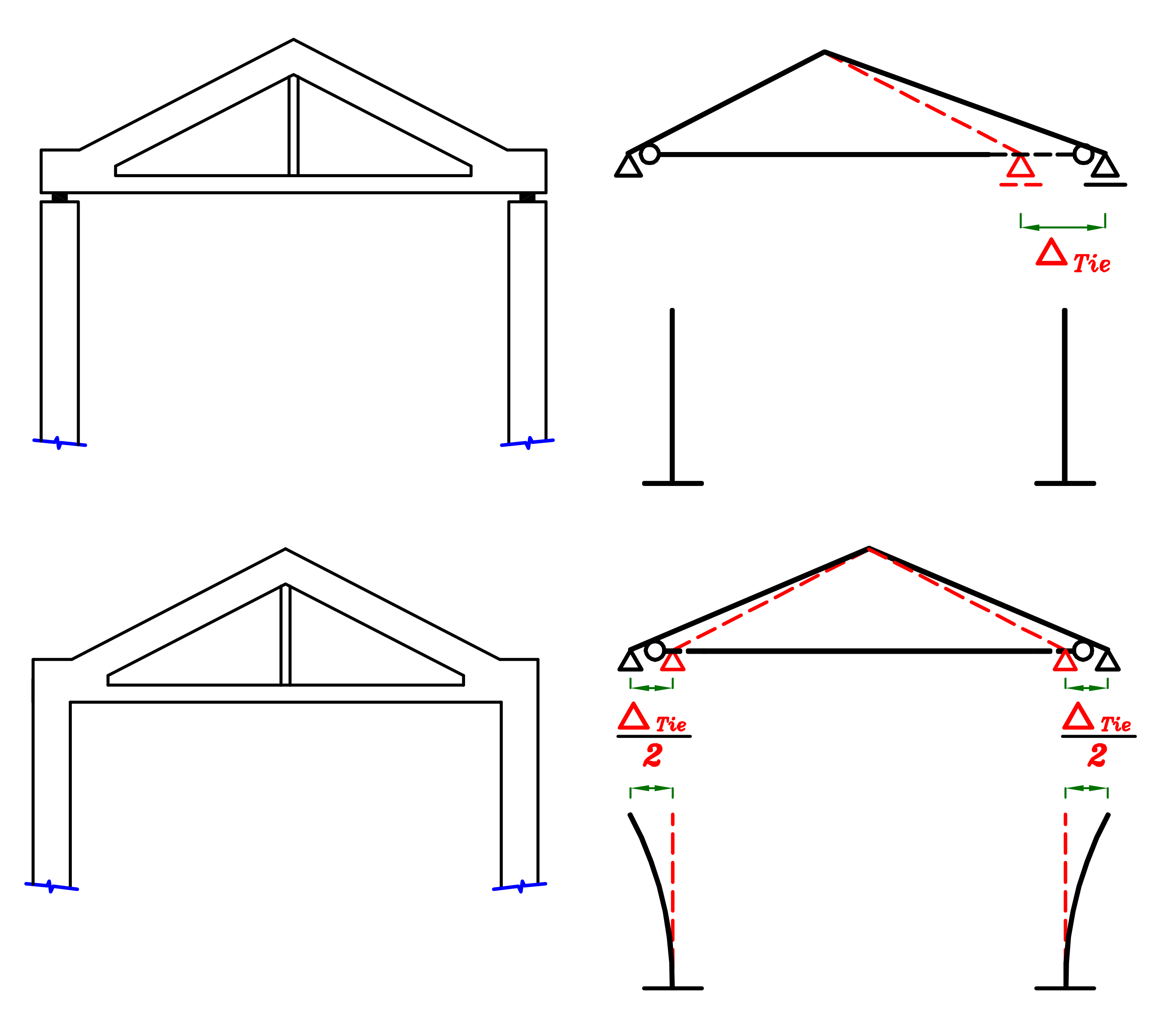
و ذلك لانه فى حاله ال **Roller–Hinged** عند حدوث Δ_{Tie} يتحرك ال **Frame**

فوق ال **Roller** و لا يعمل عزوم على الاعمده

أما فى حاله ال **Hinged–Hinged** عند حدوث Δ_{Tie} يتحرك ال **Frame**

فيحدث حركه جانبيه (**sway**) للاعمده تساوى $\left(\frac{\Delta_{Tie}}{2}\right)$ فيتسبب فى حدوث عزم

على العمود يساوى $\left(M = \frac{3EI}{h^2}\,\frac{\Delta}{2}\right)$



الابعاد الخرسانيه لل *Tie* تكون صغيره وعاده تؤخذ $(b*b)$ لذا نعتبر أن ال *stifness* لل *Tie* تساوى *zero* لذا لا تنتقل أى عزوم من ال *polygon Frame* لل *Tie*

و يكون النظام الانشائى كالاتى :

ينتقل وزن ال *Tie* الى ال *Hanger* و منه الى *polygon Frame*

Hanger

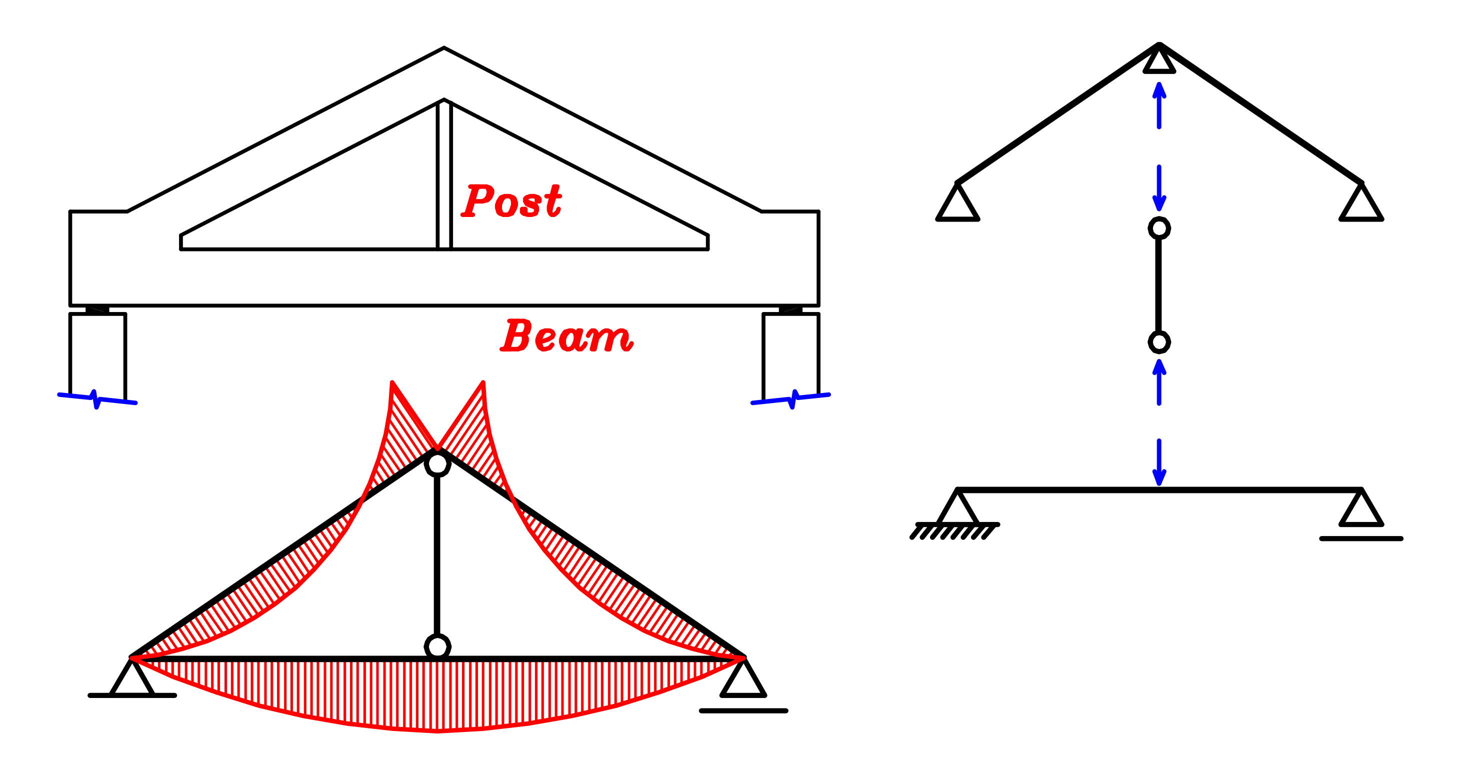
Tie

B.M.D.

اذا كبرنا جدا الابعاد الخرسانيه لل *Tie* بحيث تزيد ال *stifness* لها عن ال *stifness* لل *polygon Frame* تسمى كمره

و يكون النظام الانشائى كالاتى :

ينتقل الوزن من ال *polygon Frame* الى ال *post* و منه الى الكمره



Reinforcement splices in Tie.

و صلات التسليح فى الـ Tie .

اذا زاد طول السيخ عن ١٢,٠ م المفروض أن نعمل وصله فى سيخ الحديد .

و فى الـ Tie يجب أن يكون نوع الوصله باللحام أو وصله ميكانيكيه.

Welded or Mechanical splices.

أى لن ينفع معها وصلات بالتراكب Lap splices

الوصلات الميكانيكيه Mechanical splices.

يجب أن لا يقل قطر السيخ عن ١٦ مم **min ∅ 16**

و يستخدم معها جلب من الحديد الصلب مواصفاته لا تقل عن مواصفات الاسياخ الموصوله

كما يجب أن لا تقل مقاومه قطاع الجلبه عن ١,٢٥ مره لـ F_y للاسياخ الموصوله .

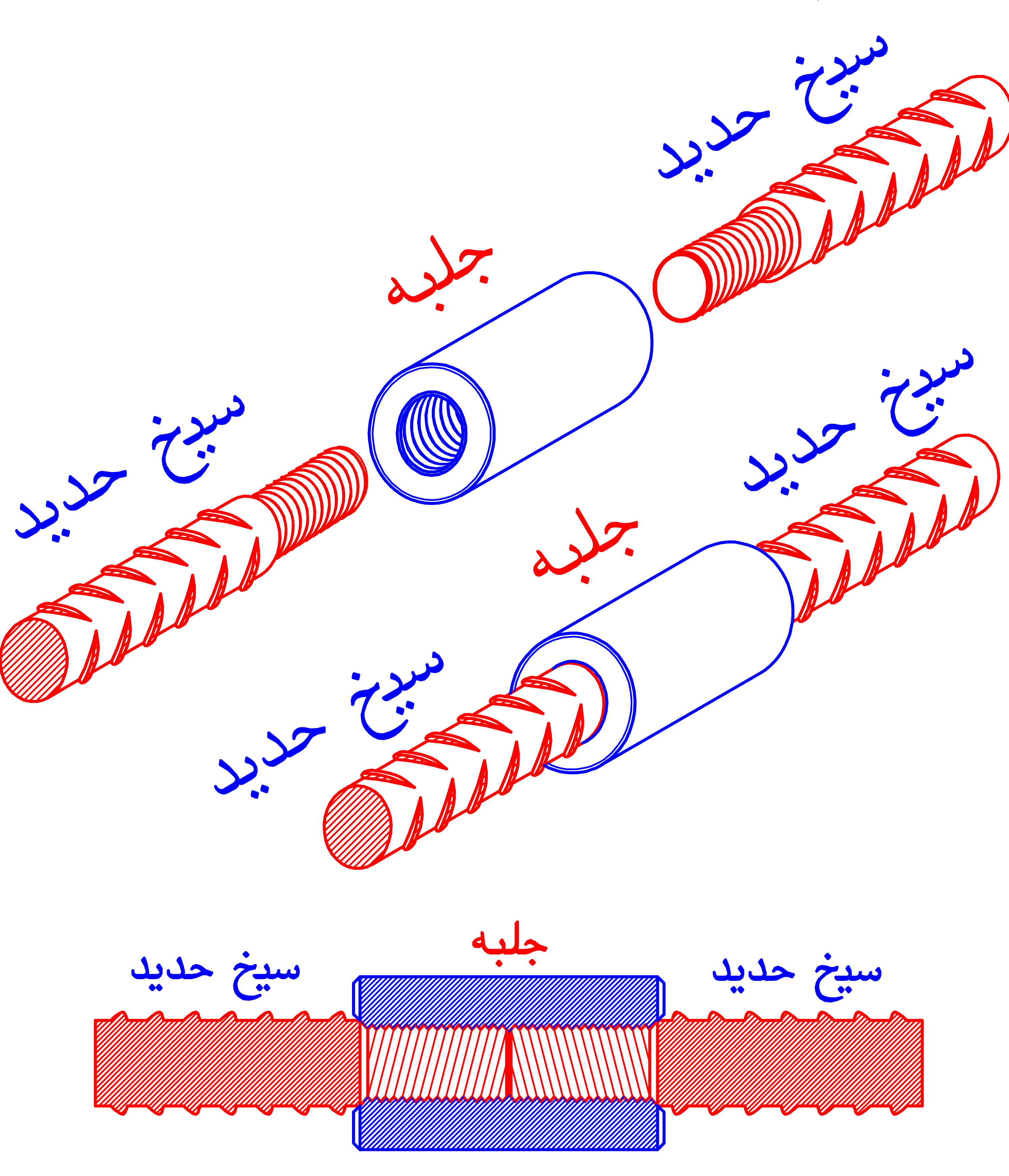
و الوصله الميكانيكيه لها طريقتين للتنفيذ :

١ـ بقلوظه الاسياخ من الخارج و الجلب من الداخل .

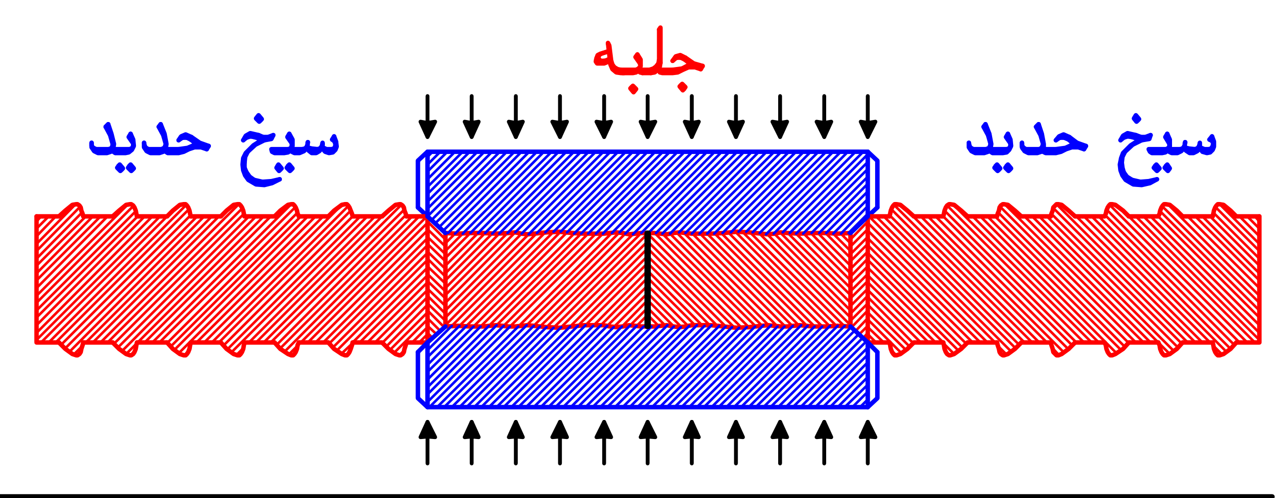
٢ـ بضغط الجلب فى مكابس خاصه على نهايات الاسياخ ذات النتؤات .

و الوصله الميكانيكيه لها طريقتين للتنفيذ :

١ ـ بقلوظه الاسياخ من الخارج و الجلب من الداخل .
تنتقل الاجهادات بين الاسياخ بواسطه الارتكاز بين اسنان قلوظ السيخ و اسنان قلوظ الجلبه .



٢- بضغط الجلب فى مكابس خاصه على نهايات الاسياخ ذات النتوءات لتنقل الاجهادات بين الاسياخ بواسطه الاحتكاك بين السطح الداخلى للجلبه مع السطح الخارجى لنهايه الاسياخ .



وصلات اللحام — *Welded splices.*

يجب أن لا يقل قطر السيخ عن ١٦ مم **min ∅ 16**

١- يستخدم لحام كهربائى .

٢- يجب أن يكون محور السيخين الملحومين على استقامه واحده .

٣- يجب ان لا تزيد مساحه الاسياخ الملحومه فى قطاع واحد عن ٢٥ ٪ و باقى الوصلات على مسافات طوليه لا تقل عن ٢٠ مره قطر السيخ الملحوم .

